

DIALOG(R)File 352:Derwent WPI

(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

007535472 **Image available**

WPI Acc No: 1988-169404/198825

Related WPI Acc No: 1989-001340; 1992-009935

XRAM Acc No: C88-075497

XRPX Acc No: N88-129539

Multi-purpose reactor - for processing single semiconductor wafer at high rate, providing plasma-enhanced reactions and uniform gas flow

Patent Assignee: APPLIED MATERIALS INC (MATE-N); APPL MATERIALS INC (MATE-N)

Inventor: ADAMIK J A; COLLINS K S; LAW K S; LEUNG C; MAYDAN D; PERLOV I; UMOTOY S P; WANG D N; WHITE J M; WANG D N K

Number of Countries: 015 Number of Patents: 023

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 272140	A	19880622	EP 87311193	A	19871218	198825 B
JP 63246829	A	19881013	JP 87321181	A	19871218	198847
US 4872947	A	19891010	US 88262992	A	19881026	198950
US 4892753	A	19900109	US 88262993	A	19881026	199010
US 5000113	A	19910319	US 86944492	A	19861219	199114
EP 272140	B1	19940223	EP 87311193	A	19871218	199408
JP 6013367	A	19940121	JP 87321181	A	19871218	199408
			JP 9338905	A	19871218	
JP 6013368	A	19940121	JP 87321181	A	19871218	199408
			JP 9338904	A	19871218	
JP 94012771	B2	19940216	JP 87321181	A	19871218	199410
DE 3789142	G	19940331	DE 3789142	A	19871218	199414
			EP 87311193	A	19871218	
ES 2049729	T3	19940501	EP 87311193	A	19871218	199421
US 5354715	A	19941011	US 86944492	A	19861219	199440
			US 91645999	A	19910123	
			US 92861719	A	19920401	
US 5362526	A	19941108	US 86944492	A	19861219	199444
			US 91645999	A	19910123	
JP 8055843	A	19960227	JP 9338904	A	19871218	199618
			JP 95201143	A	19871218	
JP 8070035	A	19960312	JP 9338904	A	19871218	199620
			JP 95201144	A	19871218	
JP 2584960	B2	19970226	JP 9338904	A	19871218	199713
			JP 95201144	A	19871218	
JP 2651102	B2	19970910	JP 87321181	A	19871218	199741
			JP 9338904	A	19871218	
JP 2716642	B2	19980218	JP 87321181	A	19871218	199812
			JP 9338905	A	19871218	
JP 2723845	B2	19980309	JP 9338904	A	19871218	199815
			JP 95201143	A	19871218	
US 5755886	A	19980526	US 86944492	A	19861219	199828
			US 90537445	A	19900613	
			US 92928642	A	19920813	

			US 95483750	A	19950607	
US 5871811	A	19990216	US 86944492	A	19861219	199914
			US 90537445	A	19900613	
			US 92928642	A	19920813	
			US 95477536	A	19950607	
US 36623	E	20000321	US 86944492	A	19861219	200021
			US 88262993	A	19881026	
			US 95407482	A	19950316	
			US 96752972	A	19961202	
US 6167834	B1	20010102	US 86944492	A	19861219	200103
			US 90537445	A	19900613	
			US 92928642	A	19920813	

Priority Applications (No Type Date): US 86944492 A 19861219; US 88262992 A 19881026; US 91645999 A 19910123; US 92861719 A 19920401; US 90537445 A 19900613; US 92928642 A 19920813; US 95483750 A 19950607; US 95477536 A 19950607; US 95407482 A 19950316; US 96752972 A 19961202

Cited Patents: 5.Jnl.Ref; A3...9046; DD 209485; DE 3416470; EP 140755; EP 152555; EP 157052; EP 159621; EP 215968; EP 272141; EP 272142; EP 296891; EP 60917; FR 1490476; FR 2465791; GB 1174755; GB 2104054; GB 2181458; GB 2181460; No-Sr.Pub; US 3330694; US 3854443; US 4535228; US 4547247; US 4576698; US 4592306; US 4693211; WO 8600938; WO 8707310

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

EP 272140	A	E	24		
-----------	---	---	----	--	--

Designated States (Regional): AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

US 4872947	A		21		
------------	---	--	----	--	--

US 4892753	A		22		
------------	---	--	----	--	--

US 5000113	A		23		
------------	---	--	----	--	--

EP 272140	B1	E	29	C23C-016/54	
-----------	----	---	----	-------------	--

Designated States (Regional): AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

JP 6013367	A		19	H01L-021/31	Div ex application JP 87321181
------------	---	--	----	-------------	--------------------------------

JP 6013368	A		19	H01L-021/31	Div ex application JP 87321181
------------	---	--	----	-------------	--------------------------------

JP 94012771	B2			H01L-021/31	Based on patent JP 63246829
-------------	----	--	--	-------------	-----------------------------

DE 3789142	G			C23C-016/54	Based on patent EP 272140
------------	---	--	--	-------------	---------------------------

ES 2049729	T3			C23C-016/54	Based on patent EP 272140
------------	----	--	--	-------------	---------------------------

US 5354715	A		21	H01L-021/00	Div ex application US 86944492
					Div ex application US 91645999
					Div ex patent US 5000113

US 5362526	A		24	B05D-003/06	Div ex application US 86944492
					Div ex patent US 5000113

JP 8055843	A		18	H01L-021/31	Div ex application JP 9338904
------------	---	--	----	-------------	-------------------------------

JP 8070035	A		19	H01L-021/68	Div ex application JP 9338904
------------	---	--	----	-------------	-------------------------------

JP 2584960	B2		19	H01L-021/68	Div ex application JP 9338904
					Previous Publ. patent JP 8070035

JP 2651102	B2		18	H01L-021/31	Div ex application JP 87321181
					Previous Publ. patent JP 6013368

JP 2716642	B2		19	H01L-021/316	Div ex application JP 87321181
					Previous Publ. patent JP 6013367

JP 2723845	B2		18	H01L-021/31	Div ex application JP 9338904
------------	----	--	----	-------------	-------------------------------

US 5755886	A	C23C-016/00	Previous Publ. patent JP 8055843 Cont of application US 86944492 Cont of application US 90537445 Cont of application US 92928642 Cont of patent US 5000113
US 5871811	A	C23C-016/00	Cont of application US 86944492 Cont of application US 90537445 Cont of application US 92928642 Cont of patent US 5000113
US 36623	E	H05H-001/24	Div ex application US 86944492 Cont of application US 95407482 Reissue of patent US 4892753 Div ex patent US 5000113
US 6167834	B1	C23C-016/00	Cont of application US 86944492 Cont of application US 90537445 Cont of patent US 5000113

Abstract (Basic): EP 272140 A

A chemical vapour deposition reactor comprises a chamber having an inlet manifold for reaction gases which has temp. controlled inner and outer surfaces for enhanced deposition control and presentation of deposition within it. Pref. connected to the manifold there is a combined RF/gas feed through device comprising a tube earthed at the inlet end and is a RF supply at the manifold end, the tube having a controlled impedance along the length is produce-constant voltage gradient and carrying a coaxial flow of outer purge gas stream and inner deposition gas stream.

Other features include a gas distributor plate mounted above a wafer to be treated and an exhaust system providing controlled radial flow of gas over it, together with a mechanism for positioning the wafer in the chamber. There is independently claimed a process for depositing a conformal layer of silica from a mixture of oxygen, ozone, tetraethyl orthosilicate and carrier gas using a substrate temp. of 200-500 deg.C and pressure of 10-200 torr. Also a process of isotropically etching silica using a plasma formed from NF₃, CF₄ or C₂F₆ at a temp. of 100-500 deg.C and 200 milli torr to 20 torr with an inlet-substrate distance not less than 0.4 cm..

USE/ADVANTAGE - Processing single semi conductor wafer by thermal vapour deposition, plasma enhanced vapour deposition, plasma assisted etch back, plasma self cleaning, or sputtering or by a sequence of these. Uniform deposition over 5-8 inch dia. wafers. High throughput.

Title Terms: MULTI; PURPOSE; REACTOR; PROCESS; SINGLE; SEMICONDUCTOR; WAFER ; HIGH; RATE; PLASMA; ENHANCE; REACT; UNIFORM; GAS; FLOW

Derwent Class: L03; P42; P78; U11; V05

International Patent Class (Main): B05D-003/06; C23C-016/00; C23C-016/54; H01L-021/00; H01L-021/31; H01L-021/316; H01L-021/68; H05H-001/24

International Patent Class (Additional): B44C-001/22; C03C-015/00; C03C-025/06; C23C-016/40; C23C-016/42; C23C-016/44; C23C-016/46; C23C-016/48; C23C-016/50; C23F-004/00; C30B-025/14; H01L-021/02; H01L-021/205; H01L-021/3065 File Segment: CPI; EPI; EngPI

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-246829

⑬ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)10月13日

H 01 L 21/31
C 23 C 16/48
16/50

B-6708-5F

6926-4K

6926-4K ※審査請求 未請求 発明の数 20 (全32頁)

⑮ 発明の名称 熱CVD/PECVDリアクターおよび二酸化ケイ素の熱化学蒸着
に対する使用並びに現場多段階プレーナ化プロセス

⑯ 特 願 昭62-321181

⑰ 出 願 昭62(1987)12月18日

優先権主張 ⑱ 1986年12月19日 ⑲ 米国(US) ⑳ 944492

㉑ 発 明 者 デイヴィッド ニン アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95014クーバーティ
クワン ノ サンタ テレサ ドライヴ10931

㉒ 出 願 人 アプライド マテリア アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95051サンタ クラ
ルズインコーポレーテッド
ラ パウアーズ アベニュー3050

㉓ 代 理 人 弁理士 中 村 稔 外4名
最終頁に続く

明細書の作書(内容に変更なし)

明 細 書

1. 発明の名称 熱CVD/PECVDリアク
ターおよび二酸化ケイ素の熱化学
蒸着に対する使用並びに現場多
段階プレーナ化プロセス

2. 特許請求の範囲

(1) ウェーハを水平に装備する室を規定し、装備
位置におけるウェーハに反応物ガスを供給する
ために水平入口ガスマニホールドをウェーハ装
備位置の上方に含むハウジング、

室内のウェーハ装備位置の周辺に装備され、

環状配列の排出孔を含むガス整流プレート、

真空排出ポンプ装置、

を含む半導体処理リアクターであって、ハウジ
ングがまた前記孔配列の下方にそれと連通し、
ウェーハを半径方向に横切って排出口を通し前
記ガスを流す真空排出ポンプ装置に連結された
排出口を有し、排容積が排出孔の方向へウェー
ハを横切る制御された半径方向ガス流を可能に
する十分な伝導力を与える環状溝を含むリアク

ター。

(2) ウェーハを水平に装備する室を中に規定する
ハウジング、

室に連通する真空排出ポンプ装置、

装備位置におけるウェーハに反応物ガスを供
給するためのウェーハ装置位置の上方に水平に
配置した水平入口ガスマニホールドを含む半導
体処理リアクターであって、マニホールドがま
た、反応物ガスを下向きにウェーハに対して配
分する第1中心部配列の孔、およびバージガス
を下向きにウェーハの周辺に向かわせる第2周
辺配列の孔を含み、孔の第1および第2配列が
それぞれ多数の一般に同心の環を含み、第1中
心部配列が半径方向に整列する孔の数を制御す
る不規則な環内孔間隔を有し、第2周辺配列が
孔の環対環半径方向整列のないことを保証する
半径方向千鳥パターンを有するリアクター。

(3) マニホールドがさらに、内部流れを第1中心
部配列の孔に対し半径方向に内方へ向かわせる
内部ブレードを含む、特許請求の範囲第(1)項記

設のリアクター。

(4) マニホールド内に、内部表面を選んだ温度範囲内に維持し、外部ウェーハ隣接表面を選んだ温度範囲以上に維持するために冷却液体を循環する装置を含む、特許請求の範囲第(2)項記載のリアクター。

(5) 反応物ガスを室内のウェーハの処理に供給するために水平に配置した水平入口ガスマニホールドを含む室の中に規定するハウジングを含む半導体処理リアクターであって、ハウジングがさらに、

ウェーハを支持するサセプター、

サセプターを水平位置に装備するサセプター支持装置、および

ガスマニホールドに密隣接する選択位置にサセプターおよびウェーハをガスマニホールドに平行に配置するためウェーハ支持装置を垂直に選択的に移動させる装置、

を含むリアクター。

(6) ガスマニホールドとサセプターとの間の平行

その中の前記ガスの凝縮、分解および反応を防ぐ選んだ温度範囲内に維持し、外部ウェーハ隣接表面をその上の好ましくない蒸着を抑制する選んだ温度範囲以上に維持するために制御された温度で流体を循環する装置、

真空排出ポンプ装置、室内のウェーハ装備位置の周り周辺に装備され、プレートがその中に環状配列の排出口を含むガス整流プレート、室上に形成され、排出口に連通し、ウェーハを半径方向に横切って排出口を通して前記非蒸着析出ガスを流れさせる真空排出ポンプ装置に連結されて排気口を有し、滞留物が排出口に対してウェーハを横切る制御された半径方向ガスを可能にする十分な伝導力を与える環状溝を含む半径方向ガス流排出装置、

薄い高輻射能サセプター、

サセプターを水平位置に装備し、サセプターおよびその上に配置されたウェーハをガスマニホールドに密隣接する選択位置にガスマニホールドに平行に選択的に配置するために垂直に移

特開昭63-246829(2)

間隔が約1 cm以下である、特許請求の範囲第(4)項記載のリアクター。

(7) ≤ 1 気圧の広範囲の高い圧力にわたる均一ウェーハ処理でスパッタリングすることによる熱化学蒸着、プラズマ強化化学蒸着、プラズマ促進エッチバック、プラズマ自己浄化およびトポグラフィー修飾から選ばれる1段階および現場多段階処理系列に過する半導体処理リアクターであって、

選んだ位置に処理するウェーハを装備する室の中に規定するハウジング、

ウェーハ装備位置の上方に配置され、反応物ガスを下向きにウェーハに向かわせるために適応させた中心ガス出口領域およびバースガスをウェーハ周辺に向かわせるために適応させた外側周辺領域を有する第1ガス入口マニホールド、室の底部に配置され、バースガスを上向きに横切りウェーハを横切って向かわせるために適応させる第2ガス入口マニホールド、

第1ガス入口マニホールド内に、内部表面を

動させるのに適応させる可動サセプター支持装置、

室の底を形成する透明窓、ハウジングに窓の下に装備され、近赤外線ランプおよび放射エネルギーの平行ビームを石英窓を通してサセプター上に、サセプターの中心よりその縁部に実質的に高い入射出力密度で向かわせる円形配列にランプを装備する円形反射器モジュールを含む放射加熱装置、および、

第1マニホールドに連結され、第1マニホールド中へその内部に蒸着ガスおよび外部にバースガスの共軸流を与えるために適応され、ガス入口マニホールドにRF出力を適用するために入口端で接地に、出口またはマニホールド端でRF出力供給に連結するために適応され、また長さ沿いに定電圧勾配を確立して中のガスの分解を回避するために長さ沿いに制御された電気インピーダンスを有する管装置を含むガスフィードスルー装置、

を含むリアクター。

特開昭63-246829 (3)

08 室内のウェーハのガス化学処理に適応させた室を中に規定するハウジング、

室の底部を形成する透明窓、および

ウェーハを支持するために前記室内に配置した薄い高放射能サセプター、

を含む半導体処理リアクターであって、

ハウジングがさらに、

ハウジングに窓の下に装備され、円形配列のランプおよび、サセプターの周辺と並ぶ環状反射溝を中に有し、ランプからの放射エネルギーの實質的に平行するビームを石英窓を通してサセプターの中心よりその縁部に實質的に高い入射出力密度でサセプター上に向かわせる環状配列で溝内に一般に直立配置にランプを装備する反射器モジュールを含む放射加熱装置、を含むリアクター。

09 ランプにより供給される放射エネルギーが約0.7～2.5ミクロンの波長範囲内に實質的に集中される、特許請求の範囲第08項記載のリアクター。

排出する装置、

を含むリアクター。

09 リアクターを ≤ 760 トルの圧力における運転に適応させる、特許請求の範囲第08項記載のリアクター。

00 0.1～200トルの圧力における運転に適応させる、特許請求の範囲第08項記載の化学蒸着リアクター。

09 第1ガス入口マニホールドが室内の蒸着の制御の強化、およびマニホールド内の蒸着を防ぐために温度制御された内部および外部表面を有する、特許請求の範囲第08項または第09項記載のリアクター。

00 室内のウェーハの化学蒸着に適応させた室を中に規定するハウジング、

少なくとも蒸着ガスを室に供給するガス入口マニホールドであって、室内の蒸着の制御を強化し、マニホールド内の蒸着を防ぐために温度制御された内部および外部表面を含むガス入口マニホールドを含む化学蒸着リアクター。

00 ランプにより供給される放射エネルギーが約0.9～1.5ミクロンのピーク放射波長に集中される、特許請求の範囲第09項記載のリアクター。

00 サセプターが黒鉛、アルミニウム、セラミックおよびそれらの複合体から選ばれる、特許請求の範囲第09項記載のリアクター。

00 室内のウェーハのガス化学処理に適応させた室を中に規定するハウジングを含む半導体処理リアクターであって、前記ハウジングがさらに、

ウェーハ上方に配置された第1ガス入口マニホールドおよび室の底部に配置された第2ガス入口マニホールドであって、第1マニホールドは蒸着ガスを下向きにウェーハに向かわせるために通心される中心領域およびバージガスを下向きにウェーハ周囲に向かわせるために適応させる外側周辺領域を有し、第2マニホールドはバージガスを上向きにウェーハ周囲に向かわせるために適応させる第1および第2マニホールド、

非蒸着ガスをウェーハから半径方向に遠くへ

07 中に室を規定して室内のウェーハの化学蒸着に対して適応され、蒸着ガスを室に供給するガス入口マニホールドおよびRF出力供給を含み、室内に蒸着ガスビームを形成しウェーハ上に層を蒸着させるのに適合させたハウジングを含む化学蒸着リアクターであって、

ハウジングがさらに、ガス入口マニホールドに連結され；入口および出口端を有し、ガス入口マニホールド中へその内部に蒸着ガスおよびその外部にバージガスの共軸流を与えるように適合され、入口端で接地に、出口またはマニホールド端でRF出力供給に対する連結に適応され、また長さ沿いに定電圧勾配を確立してガスの分解を防ぐために長さ沿いに制御された電気インピーダンスを有する管装置を含む組合せRFノガスフィードスルーを含むリアクター。

00 ガス入口マニホールドが、外部表面上の好ましくない蒸着を抑制し、マニホールド内の凝縮および蒸着を防ぐ温度制御された内部および外部表面を有する、特許請求の範囲第07項記載の

化学蒸着リアクター。

- 09 ガス入口マニホールドが蒸着ガスを下向きにウェーハに向かわせるために適応させた中心領域およびバージガスを下向きにウェーハ周辺に向かわせるために適応させた外周領域を有し、前記適応がさらに、

バージガスを上向きにウェーハ周辺に向かわせるために適応させた第2ガスマニホールド、および、

前記バージガスおよび非蒸着ガスを合せてウェーハ周辺から半径方向に遠くへ排出する装置、を含む、特許請求の範囲第00項または第00項記載の化学蒸着リアクター。

- 00 室の底部を形成する透明窓、

室内に配置され、ウェーハを支持する薄い高輻射能サセプター、

ハウジングに窓の下に装備され、円形配列のランプおよび、サセプターの周辺と並ぶ環状反射溝を中に有し、ランプからの放射エネルギーの実質的に平行するビームを石英窓を通してサ

第1フィンガを装備し、第1フィンガを(a)第2フィンガの処理位置中への持上運動に先立ちウェーハをブレードから上方へ持上げ、および(b)ウェーハをブレードに戻すために下方へ移動させる第1垂直可動エレベータ設備、

第2フィンガを装備し、第2フィンガを(c)第1フィンガを通してそれからウェーハをサセプター上で前記処理位置へ上方に、および(d)処理したウェーハを、第1フィンガによりプレートに戻すに先立ち第1フィンガ上へ載せるために下方へ移動させる第2垂直可動エレベータ設備、を含むリアクター。

- (22) 化学蒸着リアクター設備であって、

真空室を形成し、室中へ反応ガスを導入する適当な第1水平ガスマニホールドを有するハウジング

第1垂直可動エレベータ設備、

ウェーハを保持する適当な第1垂直可動、一般に円形水平配列のフィンガ、

第2垂直可動エレベータ設備、

特開昭63-246829 (4)

セプターの中心よりその縁部に実質的に高い入射出力密度でサセプター上に向かわせる円形配列で溝内に一般に直立配置に前記ランプを装備する反射器モジュールを含む放射加熱装置、および

反射器モジュールを内部冷却する装置を含む、特許請求の範囲第00項、第00項または第00項記載の化学蒸着リアクター。

- (21) 室内で配置したウェーハ上の層の化学蒸着に適応させた真空室を中に規定し、ウェーハを室内に挿入しおよびウェーハを室から取出すウェーハ保持体ブレードに対応する閉鎖可能開口を有するハウジングを含む半導体処理リアクターであって、さらに、

ウェーハの保持に適応させた第1垂直可動、一般に円形水平配列のフィンガ、

第1フィンガと相互間通し、薄い一般に円形のサセプターを水平配置に保持するために適応させた第2垂直可動、一般に円形水平配列のフィンガ、

第1フィンガと相互間通し、薄い一般に円形のサセプターを水平配置に保持する適当な第2垂直可動、一般に円形配置のフィンガ、

第1フィンガを装備し、第1フィンガを(a)第2フィンガの処理位置中への持上運動に先立ちウェーハをブレードから上方へ持上げ、および(b)ウェーハをブレードに戻すために下方へ移動させる第1垂直可動エレベータ設備、

第2フィンガを装備し、第2フィンガを(c)第1フィンガを通してそれからウェーハをサセプター上で前記処理位置へ上方に、および(d)処理したウェーハを、第1フィンガによりプレートに戻すに先立ち第1フィンガ上へ置くために下方へ移動させる第2垂直可動エレベータ設備、

透明石英窓を含む前記室の底部、

ハウジングに窓の下に装備され、円形配列の石英-タングステン-ハロゲンランプおよび、水平サセプターの周辺と並ぶ環状反射溝を中に有し、ランプから石英窓を通しサセプターの中心よりその縁部に実質的に高い出力密度でサセプ

特開昭63-246829(5)

ター上へ近1R放射エネルギーの実質的に平行なビームを向かわせる円形配列で一般に垂直配置で溝内にランプを装填した反射器モジュールを含む反射加熱装置、

蒸着ガスを分配する第1中心部配列の孔を含み、さらにバージガスを下向きにウェーハの周辺に向かわせる第2周辺部配列の孔を含み、孔の第1および第2配列がそれぞれ多数の一般に同心の環を含み、第1中心部配列が各環内に半径方向に整列する孔の数を制御する不規則な孔間隔を有し、第2周辺部配列が各環中に孔の環対環半径方向整列のない半径方向千鳥パターンに配列されたおよそ等数の孔を有するマニホールド、

石英窓に隣接する室の底部周辺に配置され、バージガスを室中へ向かわせる環状の第2入口マニホールド、

ウェーハ蒸着位置の周辺周りのハウジング内に規定された環状排出溝、

真空を室に適用する環状排出溝に連結され、

を含む化学蒸着リアクター設備。

(23) ガス入口ボックスから室へ入る反応物ガスによって処理するためにウェーハを室内のサセプター上に配置する方法であって、

ウェーハをウェーハ支持ブレード上に水平配置に支持し、

ブレードを室内に、その中の選んだ位置に挿入し、

ウェーハ支持フィンガを持上げてウェーハをブレードから持上げ、

ブレードを室から引込め、

サセプター支持フィンガを持上げてウェーハを載せてウェーハを隣接ガスボックスから選んだ可変距離にガスボックスに平行に配置する、ことを含む方法。

(24) さらに、

サセプター支持フィンガを下げてウェーハをウェーハ支持フィンガ上に置き、

ウェーハ支持ブレードを室内に、選んだ位置へ挿入し、

それにより前記真空の適用並びにバージガスの第1および第2マニホールドに対する適用が、第1マニホールドから下向きにウェーハの外部周辺へ第1バージガス流を、第2マニホールドから石英窓を横切り次いでウェーハの底縁を上向きに通って洗い流す第2バージガス流を起させ、前記2つの流れが合流して室の外へ流れ、それにより使用済蒸着ガスおよび運行生成物を除去する真空装置、

接地に連結されたサセプター、および

第1マニホールドに連結され、入口および出口端を有し、第1マニホールド中へその内部に蒸着ガスおよびその外部にバージガスの共軸流を与えるために適応させ、入口端で接地に、出口またはマニホールド端でRF出力供給に連結するために適応させ、またその中のガス分解を防ぐため長さに沿って定電圧勾配を確立する制御された電気インピーダンスを長さ沿いに有する管装置を含む蒸着ガスフィードスルー装置を含むリアクター、

ウェーハ支持フィンガを下げてウェーハをウェーハ支持ブレード上に置き、

ウェーハ支持ブレードをその上のウェーハとともに室から引込める、

ことによりウェーハを室から取出す段階を含む、特許請求の範囲第(23)項記載の方法。

(25) ウェーハ支持フィンガおよびサセプター支持フィンガが次のウェーハ挿入系列に対する位置に残される、特許請求の範囲第(24)項記載の方法。

(26) コーティングを5 μ l~2トルの室圧力および約0.1~1 μ sのガス入口とコーティングとの間の距離で室に対するスパッタガス入口に暴露する段階を含む、室内で基板コーティングのトポグラフィーを更改する方法。

(27) 基板を真空室内でオゾン、酸素、テトラエチルオルトシリケートおよび担体ガスから形成された反応性種に暴露し、室内の全ガス圧が約10~200トルの範囲内にあり、基板温度が200~500 $^{\circ}$ Cの範囲内にあることを含む、基体上に二酸化ケイ素の共形層を蒸着する方法。

- (28) 基板温度が約 375°C である、特許請求の範囲第(27)項記載の方法。
- (29) 室圧力が約 $40 \sim 120$ トルである、特許請求の範囲第(27)項または第(28)項記載の方法。
- (30) さらに、蒸着プラズマを基板に対して幽閉するためにバージガス流を室に適用することを含む、特許請求の範囲第(27)項記載の方法。
- (31) さらに、蒸着プラズマを基板に対して幽閉するためにバージガス流を上向きおよび下向きに基板に向けて次に半径方向に外方へ適用することを含む、特許請求の範囲第(27)項記載の方法。
- (32) 基板を、テトラエチルオルトシリケート、酸素、担体ガスのガス流から形成されたプラズマに暴露することにより基板上に二酸化ケイ素を蒸着させる方法であって、前記基板を室中で前記プラズマに暴露する段階を含み、全ガス圧が約 $1 \sim 50$ トルの範囲内にあり、温度が約 $200 \sim 500^{\circ}\text{C}$ の範囲内にあり、室中の前記プラズマの前記基板の表面までの流路が約 1 cm 以下である方法。
- (33) ガス流がさらにヘリウムのような希釈ガスを含む、特許請求の範囲第(32)項記載の方法。
- (34) 圧力が約 $8 \sim 12$ トルであり、基板温度が約 $375 \pm 20^{\circ}\text{C}$ である、特許請求の範囲第(32)項記載の方法。
- (35) さらに、蒸着プラズマを基板に対して幽閉するためにバージガス流を室に適用することを含む、特許請求の範囲第(32)項記載の方法。
- (36) さらに、蒸着プラズマを基板に対して幽閉するためにバージガス流を上向きおよび下向きに基板の方へ、次いで半径方向に外方へ適用することを含む、特許請求の範囲第(32)項記載の方法。
- (37) 担体ガス入口中で室に向けて形成された NF_3 、 CF_4 および C_2F_6 から選ばれるフッ素化ガスから形成されたプラズマに、約 $100 \sim 500^{\circ}\text{C}$ の範囲内のウェーハ温度および \geq 約 0.4 cm の入口と前記基板の表面との間の距離で二酸化ケイ素表面を暴露する段階を含む二酸化ケイ素表面を等方性にエッチングする方法。
- (38) 室圧力が約 $200 \text{ mT} \sim 20$ トルの範囲内にある、特許請求の範囲第(37)項記載の方法。
- (39) 室圧力が $500 \text{ mT} \sim 10$ トルの範囲内にある、特許請求の範囲第(38)項記載の方法。
- (40) 非ブレーナ誘電体コーティングを真空室内でブレーナ化する方法であって、
基板をオゾン、酸素、テトラエチルオルトシリケートおよび担体から形成した反応性種に暴露することにより基板上に二酸化ケイ素の共形成層を蒸着させる、全ガス圧は約 $10 \sim 200$ トルの範囲内にあり、基板温度は約 $200 \sim 500^{\circ}\text{C}$ の範囲内にあり、それにより基板上に共形成層の複合体を形成させる、および
生じた複合体層の外表面を等方性にエッチングする、ことを含む方法。
- (41) 基板温度が約 $375 \pm 20^{\circ}\text{C}$ であり、室圧力が $40 \sim 120$ トルである、特許請求の範囲第(40)項記載の方法。
- (42) 下層コーティングが二酸化ケイ素、窒化ケイ素、シリコンオキシニトリドおよびポリシリコンから選ばれる、特許請求の範囲第(40)項または第(41)項記載の方法。
- (43) 下層コーティングが二酸化ケイ素である、特許請求の範囲第(40)項または第(41)項記載の方法。
- (44) 非ブレーナ基板上にブレーナ化複合誘電体層を形成する方法であって、
第1に、下層を真空室中で形成された反応物ガスプラズマに暴露することにより二酸化ケイ素の比較的厚い層を蒸着させる、
第2に、下層二酸化ケイ素層を真空室中でテトラエチルオルトシリケート、オゾンおよび担体ガスから形成された反応性種に暴露することにより比較的薄い第2二酸化ケイ素層を蒸着させる、全ガス圧は約 $10 \sim 200$ トルの範囲内にあり、温度は約 $200 \sim 500^{\circ}\text{C}$ の範囲内にある、および
第3に、生じた複合体フィルムを、複合体を真空室内で形成された反応物ガスプラズマに暴

特開昭63-246829(7)

露することにより等方性にエッチングする、
ことを含む方法。

- (45) 基板上にプレーナ化複合誘電体層を形成する方法であって、

第1に、下層を室中でテトラエチルオルトシリケート、酸素および担体ガスから形成したプラズマに暴露することにより下層上に二酸化ケイ素の層を蒸着させる、ただし全ガス圧は約1～50トルの範囲内にあり、温度は約200～500℃の範囲内にある、

第2に、下層二酸化ケイ素層を前記室内でテトラエチルシリケート、オゾン、酸素および担体ガスから形成された反応性種に暴露することにより比較的薄い第2二酸化ケイ素層を蒸着させる、ただし全ガス圧は約10～200トルの範囲内にあり、温度は約200～500℃の範囲内にある、

ことを含む方法。

- (46) 基板上にプレーナ化複合誘電体層を形成する方法であって、

ことを含む方法。

- (47) 第1段階が約8～10トルの室圧力、および約375±20℃の基板温度を用いる、特許請求の範囲第(46)項記載の方法。

- (48) 第2段階が約40～120トルの室圧力、および約375±20℃の基板温度を用いる、特許請求の範囲第(46)項または第(47)項記載の方法。

- (49) 第3段階が、約500ミリトル～10トルの室圧力、および約375±20℃の基板温度を用いる、特許請求の範囲第(48)項記載の方法。

- (50) さらに、

特許請求の範囲第(46)項記載の第1段階の前に、基板を前記室内でテトラエチルオルトシリケート、オゾン、酸素および担体ガスから形成した反応性種に約10～200トルの範囲内の全圧力および約200～500℃の範囲内の温度で暴露することにより基板上に比較的薄い保護二酸化ケイ素層を蒸着させる、および

特許請求の範囲第(46)項記載の第2および第

第1に、基板を室中でテトラエチルオルトシリケート、酸素および担体ガスから形成されたプラズマに暴露することにより下層上に二酸化ケイ素の層を蒸着させる、ただし全ガス圧は約1～50トルの範囲内にあり、温度は約200～500℃の範囲内にある。

第2に、下層酸化物層を前記室中でテトラエチルオルトシリケート、オゾン、酸素および担体ガスから形成した反応性種に暴露することにより比較的薄い二酸化ケイ素層を蒸着させる、ただし、全ガス圧は約10～200トルの範囲内にあり、温度は約200～500℃の範囲内にある。および

第3に、生じた複合体フィルムを、複合体を NF_3 、 CF_4 、および C_2F_6 のようなフッ素化ガスから選ばれる反応性ガスから前記室内に形成されたプラズマに暴露することにより等方性にエッチングする、前記室内の全ガス圧は約200mTorr～20トルの範囲内にあり、室温は約200～500℃の範囲内にある、

3段階の間に、特許請求の範囲第(46)項記載の第2段階中に形成された共形酸化物層上に蒸着物を室中でテトラエチルオルトシリケート、酸素および担体ガスから形成したプラズマに暴露することにより二酸化ケイ素の比較的厚い層を蒸着させる、ただし全ガス圧は約1～50トルの範囲内にあり、温度は約200～500℃の範囲内にある、

ことを含む、特許請求の範囲第(46)項記載の方法。

- (51) さらに、特許請求の範囲第(45)項記載の方法から生じた蒸着物上に、室中でテトラエチルオルトシリケート、酸素および担体ガスから形成したプラズマに暴露することにより二酸化ケイ素の層を形成する、ただし全ガス圧力は約1～50トルの範囲内にあり、温度は約200～500℃の範囲内にある第3段階を含む、特許請求の範囲第(45)項記載の方法。

- (52) 約500mTorr～10トルの圧力で、ガスマニホールドとウェーハ支持体の間に適用された約

1~2ワット/cmのRF出力密度でエッチングガスを室に適用することを含むリアクター室を自己浄化する方法。

(53) さらに、約50mT~10トルの圧力で、ガスマニホールドとウェーハ支持体との間に適用された約1~2ワット/cmのRF出力密度で室にエッチングガスを適用することを含む、特許請求の範囲第(28)項、第(33)項または第(38)項に記載の方法。

表面温度および利用できるガス種に依存する。

より最近、低温プラズマ強化蒸着およびエッチング技術が、金属例えばアルミニウムおよびタングステン、誘電体フィルム例えば窒化ケイ素および二酸化ケイ素、並びに半導体フィルム例えばシリコンを含め、種々の材料の形成に開発された。

利用できるプラズマ強化化学蒸着プロセスに利用されるプラズマはRF界中に発生される低圧反応物ガス放電である。プラズマは定義により、電子およびイオンの数密度が等しい電気的に中性のイオン化ガスである。PECVDに使用される比較的低い圧力で、放電は「グロー」領域にあり、電子エネルギーは重粒子エネルギーに比し全く高いことができる。非常に高い電子温度は近くの表面(例えば基板)上の蒸着に役立つプラズマ内の解離種の密度を増加する。PECVDプロセス中の反応性遊離基の強化供給は低温で、純粋に熱的に活性化されたCVDプロセスを用いて典型的に可能である(100~200オングストローム毎分)より速い蒸着速度(300~400オングス

特開昭63-246829 (8)

3. 発明の詳細な説明

発明の背景

本発明は、熱CVD、プラズマ強化(plasma-enhanced)化学蒸着(PECVD)、リアクター自己浄化、フィルムエッチング(etchback)、およびプロフィルまたは他のフィルム特性のスパッタリングによる修飾を含む単一および現場多重集積回路処理段階を実施するリアクターおよび方法に関する。本発明はまた集積回路ウェーハ上に共形平坦誘電体層を形成するプロセスおよび中間レベル誘電体として多層金属化相互接続に対する使用に適する共形平坦誘電体層を形成する現場多段階プロセスに関する。

1. リアクター

半導体集積回路の製造に適用された初期のガス化学蒸着リアクターは比較的高い温度の熱活性化化学を用いてガスから加熱基板上に蒸着させた。表面上の固体のそのような化学蒸着には表面上に吸着されるガス種の不均一表面反応が含まれる。フィルム成長速度およびフィルム品質はウェーハ

トローム毎分)で濃密良質フィルムの蒸着を可能にする。しかし、普通のプラズマ強化プロセスを用いて利用できる蒸着速度はなお比較的低い。

現在、パッチ型リアクターは多くの商業PECVD適用に使用される。パッチ型リアクターは比較的多数のウェーハを同時に使用し、従って、低い蒸着速度にもかかわらず比較的高い処理量を与える。しかし、単個ウェーハリアクターは一定の利点を有し、例えばパッチ内均一性の問題がなく、それがそのようなリアクターを、殊に大きい高価なウェーハ例えば直径5~8インチのウェーハに対して魅力的にする。さらに、そして全く明らかに、蒸着速度およびそのような単個ウェーハリアクターの処理量が増すとさらにその有用な適用の範囲を増大するであろう。

II. SiO₂の熱CVD; プレーナ化(Planarization) プロセス

最近、集積回路(IC)技術が大規模集積(LSI)から特大規模(VLSI)に進歩し、次の数年に超大規模(ULSI)に成長させることが

計画されている。モノリシック回路集積における進歩は製造装置並びに半導体ウェーハのICチップへの加工に使用する材料および方法における改良により可能になった。しかし、第1に、ますます複雑化するデバイスおよび回路の、第2に、一層大きいデバイス密度および小さい最小特徴寸法および最小分離のICチップへの組込みが、マスキング、フィルム形成、ドーピングおよびエッチングの基礎集積回路製造段階に対してますます厳格な要件を課する。

増大する複雑の例として、簡単に記載すると、典型的なMOS（金属酸化物半導体）記憶回路は2水準の金属相互接続層を含み、MOS論理回路は2〜3金属相互接続層を有利に使用することができ、バイポーラデジタル回路はそのような層を3〜4層必要とできることが計画される。ますます複雑な厚さ/深さおよび小寸法のそのような多重相互接続レベルが必要な共形、プレーナ中間レベル誘電体層材料例えばそのような金属相互接続層を支持し、電気的に分離する二酸化ケイ素の

製造をますます困難にする。

小ステップ表面 (small stepped surface) トポグラフィ上のプレーナ化共形コーティングを形成することが困難なことは第16図に例示される。そこでは第1フィルム例えば導体層171が部分的に完成された集積回路（図示なし）の存在するステップトポグラフィ上に形成され、中間層の誘電体層172例えば二酸化ケイ素の蒸着が行なわれる。これは第2レベル導体層（図示なし）の形成に先立って行なわれる。典型的には、蒸着活性種の平均自由行程はステップ次元に比べて長く、また急速な表面移動が存在しなければステップトポグラフィの底173、側面174および上部175における蒸着速度が関連到達角に比例する。底および側面到達角は溝の深さおよび小径の関数であり、それにより制限される。例えば、非常に狭く、および（または）深い幾何形態に対し底層173の厚さは、上部層175の厚さより小さい側面層174より小さい厚さに蒸着される傾向がある。

蒸着プロセスに用いる圧力の増加は活性種の衝突速度を増し、平均自由行程を減少する。これは到達角を増大し、従って溝またはステップの側壁714および底173における蒸着速度を増大する。しかし、また第17A図について説明すると、これはまたステップのコーナ176における到達角および関連蒸着速度を増加する。

広い溝によって分離されたステップに対して生ずる内側に傾斜するフィルム形態が側壁-底界面においてカusp (cusp) 177-177を形成する。そのようなトポグラフィ上に共形金属および（または）誘電体層を形成することは困難である。その結果、トポグラフィを別々にプレーナ化することが必要である。

さらに、第17B図を参照すると、ステップが例えば濃密256キロビットVLSI構造中に狭い溝により分離される場合にコーナ176における高い蒸着速度がボイド178を閉鎖する。そのようなボイドは次にプレーナ化操作により露露され、第2レベル導体を浸透させ、ボイドに沿って

成長させることができ、ボイドに沿って導体およびデバイスを短絡することができる。

発明の概要

目的

上記論議を考慮して1目的は非常に高い圧力を含む広い範囲の圧力にわたって均一な蒸着を与える半導体処理リアクターを提供することである。

他の関連目的は熱化学蒸着、プラズマ強化化学蒸着、プラズマ促進エッチバック、プラズマ自己浄化およびスパッタートポグラフィ修飾を単一または現場多重プロセス系列に含む、多様のプロセスに使用できる可転性単個ウェーハ半導体処理リアクターを提供することである。

関連目的は、上記目的を達成し、また不安定性ガス例えばTEOSおよびオゾンの使用に適するリアクターを提供することである。

本発明の他の目的は、オゾンおよびTEOSが化学および熱CVDを用いる。VLSIおよびULSIデバイス中の小次元ステップトポグラフィ上でも非常に共形の二酸化ケイ素層を形成す

る方法を提供することである。

また本発明の方法は優れた共形カバーを与え、カスプおよびボイドを排除するブレーナ化プロセスを提供することである。

本発明のなお他の目的は、同一プラズマリアクター室内で単に関連反応物ガス化学および操作条件を変更することにより多数の段階を用いて現場で行なうことができるブレーナ化プロセスを提供することである。

本発明のなお他の目的は、コーティング共形性およびブレーナ化、並びにプロセス処理量およびウェーハ特性例えば低微粒子、を最適化するためのウェーハのプラズマ蒸着および等方性エッチングを含む現場多段階プロセスを提供することである。

他の目的は、前記可転性プロセス特性並びにリアクター自己浄化の追加を含むがそれに限定されないプロセス系列および段階の数を変更する能力を提供することである。

る真空ポンプ装置、およびウェーハ装備位置の上方に水平に配置した入口ガスマニホールドを含む半導体処理リアクターを指向する。マニホールドは反応物ガスをウェーハ上に均一に配分するように配置された中心部配列のプロセスガス孔およびバージガスを下向きにウェーハの周辺に向かわせるように配置された第2周辺配列のバージガス孔を有する。孔配列はまた孔の半径方向の整列を排除するように配置される。

他の観点において、リアクターは、マニホールド内の凝縮および反応を防ぐため内部表面を選んだ温度範囲内に維持し、外部マニホールド表面を好ましくない蒸着を排除するために選んだ温度範囲以上に維持する制御された温度の液体をマニホールド内に循環する設備を一員とする。

なお他の観点において本発明のリアクターは、ウェーハを支持する薄いサセプター、サセプターをガス入口マニホールドに正確に平行する水平位置に装備するサセプター支持装置、およびウェーハ支持装置を垂直に選択的に移動しサセプターお

概要

1 特定態様において、本発明はウェーハを中に装備する室およびウェーハに反応物ガスを供給する入口ガスマニホールドを規定する半導体処理リアクターに関する。室はまた、真空排出ポンプ装置；室内のウェーハ装備位置の周辺に装備され、円形配列の排出口を中に含むガス整流プレート；および孔配列の下でそれに連通し、入口マニホールドから半径方向にウェーハを横切り排出口を通してガスを容易に流れさせる真空排出ポンプに対して少くとも1地点の連結を有する円形溝を含む均一半径方向ポンプ装置を一員とする。溝は、ウェーハを横切って排出口へ向う制御された均一な半径方向ガス流を可能にし、それにより均一な流れを助長し、約1気圧までの非常に高い圧力を含む広い範囲の圧力にわたり処理（エッチングおよび蒸着）する孔に比べて十分大きい容積および伝導力を有する。

他の観点において、本発明は、ウェーハを水平に装備する室を形成するハウジング、室に連通す

および支持体をガスマニホールドに密着接する選んだ可変距離に、ガスマニホールドに平行に配置する装置を含む。殊に可変平行間隔は0.5 cmおよびそれ以下であることができる。

なお他の観点において、本発明の半導体処理リアクターは室内に配置されたウェーハのガス化学処理に適応させた室を中に規定するハウジングを含む。透明窓が室の底部を形成する。薄い高輻射能サセプターが室内のウェーハの支持に使用される。近赤外放射エネルギーの実質的に平行するビームを、サセプターの中心より縁部に実質的に高い入射出力密度でサセプター上へ窓を通して向かわせてウェーハを均一に加熱するために、反射器モジュール内に装備した円形配列のランプを含む放射加熱モジュールがハウジングの外部に装備される。

好ましくは第2のバージガスマニホールドが、窓を横切って上方へ、そしてウェーハの底部を横切るバージガス流を与えるためにウェーハ処理領域より下に配置される。高い圧の入口ガスマニホ

特開昭63-246829(11)

ールドからのバージ流およびバージガスマニホールドからのバージ流の組合せが室裏面上の蒸着を實質的に排除する。

なお他の観点において、本発明のリアクターは管の内側上の蒸着ガスおよびその外側上のバージガスの共軸流をガス入口マニホールド中へ与えるために適応させた管装置を含むガス入口マニホールドに連結した蒸着ガスフィードスルー装置が含まれる。管は入口端で接地におよび出口またはマニホールド端でRF出力供給に接続するために適応させてRF出力をマニホールドに与え、定電圧勾配を確立して高いRF周波数および電圧においてもガスの分解を防ぐために入口から出口端へその長さに沿って制御された電気インピーダンスを有する。

これらおよび以下に記載する他の特徴は広い圧力変化にわたる、すなわち約1気圧までの高い圧力を含む圧力の範囲にわたるリアクターの運転を可能にする。それらの特徴はまたリセプター/ウエーハを横切る絶対温度の均一性および室内均一

性の両方を含む均一なサセプターおよびウエーハの温度；ウエーハを横切る均一なガス流分布；および有効なバージを与える。電極間の可変平行密間隔はリアクターを種々のプロセスに適応させる。これらの特徴並びに内部および外部ガスマニホールド温度の温度制御は、後記プロセスにおける非常に鋭敏な不安定ガス例えばオゾンおよびTEOSの有利な使用を可能にする。

すなわち、本発明また基板を真空室内で、室10内の全ガス圧10～200トルおよび約200～500℃の範囲内の基板温度を用いてオゾン、酸素テトラエチルオルトシリケートおよび担体ガスから形成した反応性種に暴露することにより基板上に二酸化ケイ素の共形層を蒸着させる方法に関する。好ましくは約375±20℃の基板温度が最大蒸着速度を得るために使用され、室圧力は約40～120トルである。

なお他の観点において、本発明は基板を室内で、約1～50トルの範囲内の全ガス圧、約200～500℃の範囲内の基板温度を用いてテトラエチ

ルオルトシリケート、酸素および担体ガスから形成したプラズマに暴露することによりフィルムまたは基板上に二酸化ケイ素を蒸着させる方法中に具体化される。好ましくは室圧力は8～12トルであり、基板温度は約375±20℃である。

なお他の観点において、本発明は二酸化ケイ素表面を室内で、約200～500℃の範囲内のウエーハ温度を用いて担体ガス中のフッ素化ガス例えばNF₃、CF₄、およびC₂F₆から形成されたプラズマに暴露する段階を含む二酸化ケイ素表面を等方性にエッチングする方法に向けられる。好ましくは室圧力は約200mT～20トル、より好ましくは500mT～10トルの範囲内である。

本発明はまた、コーティングを、オゾン、酸素、テトラエチルオルトシリケートおよび担体ガスから形成された反応性種（全室ガス圧は10～200トルの適当な範囲内にあり、基板温度は200～500℃の適当な範囲内にある）に暴露することによりコーティング上に二酸化ケイ素の共形層を蒸着させ、それにより基板上に共形層の複合体を

形成し、生じた複合体層の外部表面を等方性にエッチングすることにより真空室内で非プレーナ誘電体コーティングまたは複合体をプレーナ化する方法に具体化される。好ましくはこのプレーナ化プロセスは初めに二酸化ケイ素の層を形成するプラズマ酸化物蒸着を用い、また前記等方性エッチングを用いる。

本発明の前記および他の観点および利点は次に図面に関連して説明される。

発明の詳細な説明

1. CVD/PECVDリアクター

第1図および第2図はそれぞれ軸支カバーを開いて示した本発明の単個ウエーハリアクター10の好ましい平面図およびリアクター10の縦断面図である。

初めにこれらの2図面および他の指示挿入図を参照すると、リアクター設備10は、典型的にはアルミニウムで作られ、プラズマ処理領域14（第6図）を有する内部真空室13を規定するハウジング（また「室」と称される）を含む。リア

特開昭63-246829 (12)

クター設備10はまたウエーハ保持サセプター16並びに、垂直可動ウエーハ支持フィンガ20およびサセプター支持フィンガ22を含む特有ウエーハ輸送設備18(第1図)を含む。これらのフィンガはウエーハ15を処理領域または室14へ導入し、ウエーハ15を処理のためにサセプター16上に置き、次いでウエーハ15をサセプター16および室12から取出す外部ロボットブレード24(第1図)と協働する。リアクター設備10はさらに、プロセスガスおよびバージガスを室13に適用するプロセス/バージガスマニホールドまたは「ボックス」26、入口ガスからプロセスガスプラズマを生成および維持するRF出力供給および整合回路網28、並びにウエーハ上の蒸着を行なうためサセプター16およびサセプター上に配置したウエーハ15を加熱するランプ加熱装置30を含む。好ましくは13.56MHzの高周波RF出力が使用されるが、しかし低周波を用いることができる。

ガスマニホールド26はウエーハ15を横切っ

て一様に半径方向に外方へプロセスガスを流してウエーハを横切って一様な蒸着を促進し、使用済ガスおよび連行生成物をウエーハ15の縁部からその上部および底部で半径方向に外方へバージし、ガスマニホールドまたはボックス26および室12上(および内)の蒸着を実質的に排除するように設計された特有のプロセスおよびバージガス整流装置32(第2図および第10図)の一部である。

液体冷却設備34は、殊にガスマニホールドまたはボックス26の温度を含め、室12の要素の温度を制御する。ガスボックス要素の温度は処理室14から上流のガスボックス/マニホールド26内の早期蒸着を排除するように選ばれる。

リアクター設備10は、プロセスおよびバージガスを電気接地供給からRF駆動マニホールド26へプロセスガスおよびバージガスを供給する特有のRF/ガスフィードスルー装置36(第2図および第12図)を含む。

ガスボックスまたはマニホールド26に対する

RFエネルギーの適用はウエーハの接地対向電極またはサセプター16上にある利点を有し、それが、RFエネルギーをウエーハに適用しガスボックスを接地すれば達成できない高度のプラズマ密閉を可能にする。さらに、ハードウエアは、ウエーハ/サセプターと室との間に電氣的距離を必要としない(または許される)ので、機械的および電氣的に簡単である。高周波電気および磁気界の存在下のサセプター/ウエーハの温度測定および制御は接地したサセプター16で単純化される。またフィードスルー36は剛質であり、可視性のガス接続を排除し、バージガス流路は安全に漏洩プロセスガスを室内ないし室排出へ運ぶ。RF出力をガスマニホールドへ適用する能力は(高電位RF操作のフィードスルー内のプラズマの蒸着を生ずる固有の傾向にもかかわらず)RF電位をフィードスルーの長さに沿って一様に低下させ、従って内部のプラズマ放電を防ぐフィードスルーの特有設計により可能にされる。

B. ウエーハ輸送設備18

前記のように、この設備は個々のウエーハ15を外側ブレード(第2図)とサセプター16との間に移動させ、またサセプター16およびウエーハ15を処理のために配置するように設計される。さらに第1図を参照すると、ウエーハ輸送設備18は複数の半径方向に延びるウエーハ支持フィンガ20を含み、それはサセプター16の周辺に配置され、間隔が置かれ、半円形装備バーまたはブラケット38に装備される。同様に、半径方向に延びるサセプター支持フィンガ22がサセプターの周辺に間隔を置かれ、ウエーハ支持フィンガ20と相互間通され、バー38のすぐ外側に配置された半円形バーに装備される。弧状装備バー38および40はハウジング内に形成された一般に半円形溝42内に装備され、それぞれ垂直可動エレベータ設備44および46により作動される。

第3図に示されるように、サセプターエレベータ設備44にはバー38を上部に装備する垂直可動シャフト48が含まれる。シャフトは空気シリンダーまたは、好ましくは適当なギヤ駆動により

作動するステッパモータを含む種々の可動装置56により垂直に上下に移動できる。ウエーハエレベータ設備46はエレベータ44と同様である。

ウエーハ輸送設備18の作用は第4図～第8図中に略示した系列により要約される。第4図において外部ブレード24(処理されるウエーハ15を上支持して)が開口56を経て室13中へ、サセプター16の上方位置に挿入される。適当なブレード24および関連するロボットウエーハ取扱設備(および扉25、第6図)はメイダンほか(Dan Maydan, Sassan Somekh, David H.K. Wang, David Cheng, Masato Tohima, Isaac Harari, and Peter Hoppe)の名で共同提出された同時係属、共通譲渡米国特許出願(A-44944)、名称「多室一体化処理設備(Multiple Chamber Integrated Process System)」に記載され、その出願のすべてがここに参照される。この出発位置において、ウエーハフィンガ20-20はサセプター16とブレード24との間に配置される。

次に第5図に示されるように、ウエーハエレベータ設備44がウエーハ支持フィンガ20-20

をブレード24のより上に上げてウエーハ15を載せる。次いでブレード24が室13から引出される。

第6図に示されるように、ブレード24の引込み後、空気シリンダーが扉25をグレードアクセス口56上に閉鎖し、室13を密封する。サセプターエレベータ設備46が作動してサセプター支持フィンガ22およびサセプター16を持上げてサセプター16がウエーハ15をフィンガ20-20からガス整流マニホールド26に接続する領域14中の処理位置中へ上げる。ウエーハ15とマニホールド26との間の間隔dはエレベータ46の移動の調整により容易に選択される。同時に、サセプターフィンガ22およびエレベータ設備46がサセプター16およびウエーハ15の水平配置並びにウエーハ15とマニホールド26との間の平行を間隔dと無関係に維持する。

処理後、第7図を参照して、サセプターエレベータ設備46がサセプターフィンガ22およびサ

セプター16を下げ、ウエーハ支持フィンガ20-20上にウエーハ15を載せる。次いで扉25が開けられ、ブレード24が再び室13中へ挿入される。次いで第8図に示されるように、エレベータ設備44がウエーハ支持フィンガ20-20を下げてウエーハ15をブレード24上に載せる。フィンガ20-20が明らかにブレード24より下へ移動した後、ブレードを引込め、フィンガ20および22を、他のウエーハ挿入、処理および取出サイクルに先立って第4図に示される位置に残す。

C. 近IR放射加熱装置30

第2図および第9図に示される放射加熱装置は、均一なウエーハ温度、正確な絶対ウエーハ温度および低温、好ましくは $\leq 600^\circ\text{C}$ における迅速熱応答を与えるように円形サセプター16およびウエーハ15(例えばシリコン)を加熱する信頼性、効率性および高価でない装置を与える。これらの目的の達成には多くの要件を満たさねばならない。第1に、均なウエーハ温度を達成するにはウエー

ハの縁部における輻射損失を補償する必要がある。第2に、シリコンウエーハは近赤外スペクトル中で低温で低輻射能を有するので、低いウエーハ温度($\leq 600^\circ\text{C}$)における高い能力は高輻射能、高伝熱性サセプターを必要とする。さらに、近赤外放射が迅速熱応答を得、高価でない材料例えば石英窓70を通す伝達に使用される。円形の薄いサセプター16は迅速な加熱および冷却応答に対して低い熱キャパシタンスである。これらおよび後記の他の目的は第2図および第9図に示される放射加熱装置30により達成される。

加熱装置30は、好ましくは電磁スペクトルの近赤外部に放射を与える小形、低廉、単端直立配置ランプ58-58の環状配列を含む。ランプ58-58は、好ましくはアルミニウムの環状円形反射器モジュール60内に装備される。モジュールベース60はアルミニウムのブロックから形成され、その中に機械加工研削環状反射溝62を有する。溝62は弧状の一般に半円形反射底64を有する。モジュール60およびランプ58-

特開昭63-246829 (14)

58はコリメート環状反射器62内に形成される環状冷却路66により冷却される。典型的には加圧供給からの冷却水である冷却液の入口および出口に対して接続が与えられる。出力はランプソケット63に供給され、典型的には、個々の蒸着プロセスの要件に適する予定プログラム設定に基いてランプ出力を自動的に変える可変出力供給から電気供給ケーブル68によりランプ58に連結される。

直立配置ランプ58-58の環状平行光は石英窓70を経て室中へ通される。石英は近1R放射線に対し透明である。透明石英窓70は窓70とハウジングとの間に真空気密界面を与えるように環状シール72-72を用い処理室13の底でハウジング12に装備される。この装備配列は室13外部の放射エネルギー加熱源30を大気圧に配置し、処理室の真空およびその中の微粒子感受性処理をランプから分離する。ブラケット74をランプ装備ベース60に連結し、枢軸ピン76により枢軸で装備して、ハウジング12に連結され

たブラケット78に合わせることができる。(あるいはランプモジュールを適所にボルト固定することができる。処理室13の外部のそれと分離したランプ装置30のこの枢軸装備の結果、ランプ装置は保守、ランプ置換などに対し、簡単にランプ79に係脱し、装置をピン76の周りに下方へ回転させることにより接近できる。

前記のように、ランプ58-58は所要近赤外放射を与える小、単端市販石英-タングステン-ハロゲンランプである。適当なランプの1つはシルバニア(Sylvania, G.E.)、ウシオ(Ushio)またはフィリップス(Phillips)により供給されるAnsi型「FEL」である。現在、約0.9~1.5ミクロンの波長を与える14個の0.5~1キロワット石英-タングステン-ハロゲンランプがランプモジュールの上部に約94 W/cm²までの環状平行出力密度を与える。サセプターにおける最大出力密度(直径6 inのサセプターの外側~1.5 in半径に実質的に向かう)は全効率を考慮して~17 W/cm²である(効率~15~16%)。より一般的には、

約0.7~2.5ミクロンの波長範囲にその放射を集めるランプが殊に有用である。アルミニウムベース60および凹底環状溝62は中央よりもサセプター縁部に高い放射出力密度を向かわせる高い収集効率のコリメート反射器を与える。この不均一集中放射がサセプターウエーハの周辺を加熱し、それがウエーハ端部熱損を補償し、従って、広範囲の室ガス圧力およびウエーハ温度にわたり均一なウエーハ温度を与える。

簡単に記載すると、容易に冷却されて低温に維持され、めっきを必要としないコンパクトな単一アルミニウムモジュール60中に装備した小形の高価でないランプにより所望の均一な放射ウエル加熱が与えられる。さらに、近1Rランプおよび薄い低質量、低熱容量、高輻射能サセプターの材料例えば黒鉛の使用が最高効率、迅速熱応答、優れた温度均一性および石英窓70透過を与える。他のサセプター材料には陽極処理アルミニウム、酸化アルミニウム(Al₂O₃)、または炭化ケイ素のような層でコートした黒鉛、あるいはAl₂O₃、

またはSiCでコートした複合セラミックあるいは他の材料が含まれる。また種々の高さまたは直径を有する交換可能なモジュール60を種々のサセプターおよびウエーハ直径の適応に使用することができる。リアクターのこの変形は5~6 inのウエーハに対して設計される。しかし、異なるランプモジュールをモジュール高さ並びに(または)モジュールの半径およびフィラメントサークルの変更により小または大直径のウエーハに対して提供することができる。最後に、加熱装置30は、制御器(図示なし)例えば位相角出力制御を用いる閉環温度制御装置を用いて迅速熱応答および迅速ウエーハ温度安定性を与えることができる。

加熱装置30の単純性、低質量および高性能特性が、典型的には二重端石英-タングステン-ハロゲンランプの方形配置を使用する従来のウエーハ加熱方法と対照的であることに注意すべきである。従来の放射加熱慣例はより大きいサセプターの使用、また優秀な温度均一性が必要であればウエーハ中心からのブロック放射をしなければなら

ず、従って放射の方向変換よりもむしろ効率を犠牲にする。放射加熱装置30の慣例に比した利点には前記均一ウエーハ温度および一層早い応答時間（加熱および冷却）に加えて、小形のかさばらない一層容易に維持される高信頼性の装置（長いランプ寿命）、一層効率的な作用、および低いコストが含まれる。

容易に接近できる外部放射熱源30の使用はガスバージ装置により容易にされ、維持される。次節に記載するように、この装置はバージガス流を石英窓70の真空側を横切らせ、窓上の蒸着を防ぎ窓を清浄に保つ。従って、バージはランプ効率に対して主要な貢献をする。これは清浄化間のプロセスサイクルを増大し、その結果浄化に要する関連設備の非稼働時間を低下させる。

D. ガスマニホールド26および関連整流装置

ガス整流装置32は少くとも4つの構造特徴の特有の組合せを与えるように構成される。第1に、ガスマニホールド26は電極対の一方（出力供給側）である。第2に、ガスマニホールド26およ

び他のガス整流表面が制御された温度であり、それがウエーハ15上の均一な蒸着に寄与し、 $\sim 35^{\circ}\text{C}$ で凝縮し、 $\sim 75^{\circ}\text{C}$ で分解またはオゾンと反応する反応物ガス例えばTEOSの使用にもかかわらず、プラズマ処理領域14の上流のガス整流装置内のガスの分解、蒸着または凝縮を防ぐ。外部マニホールド温度は例えば $> 100^{\circ}\text{C}$ に制御して薄片状微粒子生成蒸着物の蒸着の析出を防ぐ。第3に、ガスマニホールド26およびガス整流装置32が清浄な均一蒸着処理を与える。第4に、合流周辺バージガス流がガス整流領域の外部、すなわちウエーハ外部の内部室表面、および整流装置表面上の蒸着を防ぐ。

ガス整流装置32の上記特徴は第2図の縦断面図および第10図の拡大縦断面図に最も明らかに示される。ガスマニホールド26および関連整流装置はハウジングカバー80の一部であり、枢軸手段（図示なし）によりハウジング12に軸支装備され、室13、プラズマ処理室14、並びにウエーハおよびサセプターエレベータ設備（44、

46）の関連内部要素を含むハウジングの内部への到達を容易にする。

フィードスルー36からプロセスガス流は多孔マニホールド面板92により形成されたガスマニホールド室90に連通する、すなわちそれに供給する入口孔88によりカバー80中へ向かわされる。特有設計のバッフルプレート94はプロセスガスをバッフル94の端部の外側を回り、次いでバッフルの底に沿って半径方向内方へ、マニホールドプレート中の孔96-96を出てウエーハ15上のプラズマ処理領域14中へ進むように装置例えばスタンドオフ（図示なし）によりガスマニホールド室90内に装備される。

マニホールド26を含むカバー80は、流体または液体の内部流例えば脱イオン水により入口溝82、環状溝84および出口溝86により規定された内部流路81に沿って加熱（または冷却される）。好ましくはこの流れは、プラズマに暴露されるガスマニホールドの面上の蒸着が硬質フィルムであることを保証するために面板92を 100

$\sim 200^{\circ}\text{C}$ の範囲内に保持する。この表面上に形成される不十分なフィルムは微粒子を生ずることができ、これは回避しなければならない。また流れはバッフル94を、最も好ましくは $35\sim 65^{\circ}\text{C}$ の範囲内に保持し、低蒸気圧プロセスガス例えばTEOSの内部蒸着または凝縮を防ぎ、ガス例えばTEOSおよびオゾンの分解および反応を防止する。そのような分解が時間、温度（ t 、 T ）に正比例することに注意されたい。従って、プレート94と92との間の約 $0.1\sim 0.2$ インチの非常に小さい間隙「d」もまた内部分解に対する傾向を低下する。

例として、二酸化ケイ素の蒸着に関連する1プロセスの適用において、酸素、TEOSおよび担体ガスがマニホールド26から室14へ、 $0.5\sim 200$ トルの室圧力で装入され蒸着用反応物種が形成される。ウエーハ15は 375°C に加熱され、熱脱イオン水（水温 $40\sim 65^{\circ}\text{C}$ ）は流路81に沿ってプレート92を $< 65^{\circ}\text{C}$ に保ち、プレート94を $> 100^{\circ}\text{C}$ に保つ適当な流れで装入される。

(脱イオン水はマニホールド26がRF出力カソードであり、脱イオン水が不導体であるので使用される)。より一般には、水の注入温度はガスボックス90の内部表面および外部表面の両方を所望温度に維持するために個々の蒸着プロセスおよびその関連ガス化学並びに他のパラメータに必要なように選ばれる。

重ねて記載すると、プロセスガス流は流路91に沿って入口孔88を通してマニホールド室90中へ、パッフル94の縁部へ半径方向に外方へ、そしてパッフル周辺を回ってその底部へ、次いでパッフル94とマニホールドプレート96との間を半径方向に内方へ、孔96-96を出てウエーハ15上のプラズマ処理領域14中へ規定される。孔96-96から出る蒸着ガスの流路は一般にウエーハを半径方向に外方へ横切る。

さらに、小容積の真空処理室14および約0.5トル〜近大気圧の範囲の、高い有用室圧力もまたウエーハ上に均一な蒸着をなし、ウエーハ上以外に蒸着しないでパージするウエーハ15の中心か

マニホールドプレート92の厚さ、および横断孔直径もまた均一な蒸着を助長するように選ばれる。孔の長さの増大/減少は孔直径の増大/減少と同様に蒸着物の厚さを内から外/外から内に低下する効果を有する。

現在用いた配置において、約3400孔の96-96が使用される。孔の深さは0.100~0.150 inであり孔の直径は0.028~0.035 inであり、半径方向不対称孔が約0.090 in中心で配置される。これらの次元および関連配置は均一な流れパターンを与え、マニホールドプレート92上の蒸着を実質的に減少する。この~6 inマニホールド直径は~6 in程度の大きさのウエーハ直径に適合する。大きいマニホールド26、サセプター16、大直径サセプター16およびウエーハ支持フィンが配列に変えることにより、またランプモジュール30を前記のように変更することにより一層大きいウエーハを処理することができる。

さらに第10図を参照すると、矢93、95、97により示されるように、第1上部パージガス

特開昭63-246829 (16)

ら半径方向に外方へ向う均一な流れを与える傾向に寄与する。

マニホールド孔96-96は、蒸着のこの均一性を助長するように設計される。孔(並びに前記マニホールド温度)もまたマニホールド外部(底)表面97上の蒸着の形成を回避し、殊に処理中および後に薄片になってウエーハ上に落下できる表面97上の軟質蒸着物の折出を防ぐように設計される。簡単に記載すると、孔の配列は孔96-96の一般に同心環の1つである。隣接環間の距離(環対環間隔)はおおよそ等しく、各環内の孔対孔間隔はおおよそ等しい。しかし、パターンは単に2つ(または若干の他の数)の隣接孔が半径方向に整列するにすぎないように角度がずらされる。すなわち、ガス整流プレート92中の孔は孔位置が半径方向に直線を形成せず、それによりガス整流プレート自体上の蒸着を実質的に低下し、均一なガス流およびウエーハ上の蒸着を確立するように円上に等間隔にある。

マニホールド92を通る孔の長さ、すなわちマ

流路がカバー80およびマニホールド26中に備えられる。すなわち、RF/ガスフィードスルー36からパージガス流はカバー80中の入口孔98中へ導かれ(矢93)、それが半径方向の流路または溝100中へ供給し、次いでそれがマニホールド室90と同心、直上でその外部のカバー中に形成された環状溝102中へ供給する(矢95)。環状流ターナー104がマニホールドプレートリム105の内部に同心的に装備され、環状溝102をマニホールドプレート92中の孔108の3出口矢列に連結するマニホールドリムの内側の周辺溝106を形成する。

第11図に示されるように、パージ孔108-108はプロセスガス孔106-106と同様に、一般におおよそ等しい環対環距離に間隔をあけた同心環中に配列される。環内孔間隔はパージ孔108-108が千鳥半径方向線を形成するように、すなわち2隣接パージ孔が半径方向線に沿わないように選ばれる。上記の典型的なマニホールドに対してガスは約600孔から配分され、次のパージ

孔次元が使用される：環間間隔0.090 in；孔直径0.025 in；および孔長0.040 in。

第2図を参照すると、第2の下部バージ流路101、103、105がハウジング12の側面に形成された入口孔110を経て設けられ、それは石英窓70の直上に処理室13の下部の周りに一般に同心的に形成された環状溝112中へ連結または供給する。溝112は室13の下部領域の周りに間隔を置いた孔、または石英窓70を均一に横切り（矢103参照）、ウエーハ15の下縁を周り（矢105）、ウエーハ処理室14の直下の室13をとり巻く水平石英カバープレート114を横切る下部バージガスを供給する特徴を生ずる等価物を有する。また第1図を参照すると、プレート114は環状パターン116の孔116を有し、その中に環状ガス出口溝118が配列される。この溝は出口孔121を経て普通の真空ポンプ装置（図示なし）に連結され、それが室内の真空を確立し、使用済ガスおよび連行生成物を室から排除する。

る。

同様に重要な、均一な半径方向ガス流が、ウエーハ15の周り周辺に整流プレート114中に形成された複数の孔116-116（5つ例示）によりウエーハ15を横切って与えられる。これらの孔116は大半円形排出溝118に連通し、それが単一出口連結121を経て真空排出ポンプ装置に連結される。溝118はその比較的大きい容積のために孔116-116に比べて大きい伝導力を有し、それが簡単な1点ポンプ連結でウエーハから容易に全地点に均一なポンプ吸出を与える。マニホールド26により与えられる均一なガス流整流入口パターンとの組合せで、この均一な半径方向吸出がウエーハ15を横切る均一なガス流をすべての圧で、従って非常に高い室圧力例えば200トルおよびそれ以上でも均一な蒸着を、与える。

またマニホールド26は異常に高い圧力で均一なグロー放電プラズマに対する電極として使用することができ、それが非常に高い蒸着速度および

前記のように（第10図参照）、上部バージガス流は入口98（矢93）、溝100、102および106（矢95）を通り、次いでバージ環108-108を処理配置ウエーハ15の外側上端にでる。同様に（第2図参照）、下部ガス流は入口110および環状環112を通り石英窓70を横切って窓を清浄に洗い流し（矢103）、次いで上方へ、ウエーハ15の下部周辺底縁へ向う（矢105）。第10図を参照すると、上部および下部ガスバージ流97および105はウエーハの端部で合流し、矢107により示されるように外方へプレート114を横切り、孔116を通り、環状排出溝118中へ入り流路109に沿って室から出る（第2図）。この上部および下部の合流パターンは石英窓70を清浄に保つだけでなく、また使用済ガス、連行微粒子などを室13の外へ洗い流す。内部石英窓室面および周辺ウエーハ縁と共形の上部および下部ガス流の合流並びに高い室圧力（PECVDに対し異常に高い）が非常に有効なバージを与え、ウエーハ外の蒸着を防止す

有効なバージ流をとともに可能にする。

E. 抗電気分解ガスフィードスルー36

前記のように、出力RF電極としてガスボックス26を用いる利点には、RFエネルギーをウエーハに与えてガスボックスを接地すれば達成できない高度のプラズマ幽閉を可能にする接地対向電極上にあるウエーハが含まれる。さらに、ハードウェアは、ウエーハ/サセプターおよび室内の電気絶縁が必要でない（または許される）ので、機械的および電氣的に簡単である。高周波電気および磁場界下のサセプター/ウエーハの温度測定および制御はサセプターを接地すると非常に単純化される。

しかし、高出力高周波の大電位RFエネルギーの普通のガス整流設備に対する、殊に金属ガス配管とガスマニホールドとの間の短距離を横切る適用は、通常プラズマ処理室の上流の整流装置内のプロセスガスの早気電気分解を生ずる。換言すれば、従来の装置においてRF電圧が整流装置内にプラズマを生じ、それがガス整流装置の内部表面

上にプロセスガスの好ましくない蒸着を生ずる。我々のRF/ガスフィードスルー36(第12図)は、プロセスガスの分解なく、またガス整流装置内の蒸着なくRF出力をガスボックス26に適用する、すなわちガスボックスを出力RF電極として使用するように設計される。

また、小形コンパクトCVDリアクターを達成する全目的の1つに一致して、電気分解を生ずる高局部電界を排除するために高RF電位をガス流路に並行に適用して一定距離に定電位勾配を生ぜしめる我々の設計目的にもかかわらずRF/ガスフィードスルー36はコンパクトな低プロファイル設計である。

従来のガスフィードスルーが上記目的を達成できないことに言及しなければならない。そのような従来技術の方法が2つ我々に知られている。第1の方法はガスを高電位差にある表面間を絶縁管内に流す。第2の方法はプロセスガスを高電位差の表面間を絶縁体内に電気分解が生じないように十分高いガス圧で流す。第1の方法はコンパクト

でなく、また電気分解が一層生じやすい高周波で行なわれない(例えば第14図、曲線201および200参照)。またこの第1の方法は小さい $p \cdot d$ (圧力・距離)積がある場合に運転できない。第2の方法は第1の方法よりもコンパクトであり、高周波において電気分解されることが少ないが、しかしまた小圧力・距離積がある場合に電気分解を受け易い。

次に第2図およびまず第12図を参照すると、フィードスルー36は入口端連結具またはマニホールド120、出口端連結具またはマニホールド122、並びに石英管126および長い絶縁変遷ハウジング128を含む中間ガスフィード構造物124を含む。ブロック128は端連結具120と122との間に真空気密装備を与えるオーリングシール130-130を用いてそれに装備される。石英管126の内部孔127は入口端連結具中のガス入口134および出口端連結具中のガス出口孔136に連通する。

オゾン発生器、液体TEOS蒸発器、および替

換の加圧ガスタンクまたはボトルのような源からの圧力下のプロセスガスおよびバージガスが普通の弁または制御流量適用のための自動流れ制御装置を通して入口マニホールド120へ導かれる。

矢131-135に示されるように、プロセスガスは入口孔134を経てフィードスルー装置36を通り、石英管126を通過して出口孔136を出、ガス整流ヘッド32中の適合入口孔88中へ導かれる。第12図には例示を容易にするために拡大して示されていることに注意されたい。実際のフィードスルー36はガス出口136および146がリアクターカバー80中の適合溝または孔88および98と整合するような大きさである。

バージガスは、プロセスガス流路131-133-135に沿って漏洩があればプロセスガスがバージガスとともに処理室14中へ無害に輸送され、従って周囲に漏出しないようにプロセスガス流路と共軸にフィードスルーを通して導かれる。

入来バージガスは入口端連結具120中の入口孔138に適用される。孔138は石英管126

の入口端近くに装備されるスプール型取付具140中に形成された環状溝139に連通する。このスプール取付具140は円筒形フランジ取付具142およびオーリングシール144によりその外端で密封される。環状溝139は孔(図示なし)を経て管126と同心ブロック128との間の環状路147に連通する。流路147は同様に管126の出口端における取付具140中の環状室139中へ供給する。管126は入口端に関して記載したと同様に出口端に装備され、密封される。出口端における室139は出口孔136へ供給する。この配列は矢148-156により示されるように、フィードスルー36を通る分離したバージガス流路を与える。

前記共軸ガスフィード装置は、雰囲気中への可能な有毒プロセスガスの漏洩を防ぐ二重バリヤを与える。すなわち、適合表面間の周囲への途は2組のオーリングシール130および144により遮断される。これらのシールは周囲への可能な途に沿って直列に配置される。また上記のように、

内部装置漏洩例えは石英管126中の漏洩の場合に、バージガス流がプロセスガスを処理室14中へ運び、そこでともに真空空装置により排出される。さらに、プロセスガスおよびバージガスは完全に室要素を通り、すなわち、実質的なブロック/本体、例えばアルミニウム連結具120および122、並びに絶縁ブロック128を通して導かれる。従って、外部の、典型的には柔軟な、ガス配管がリアクターに排除される。非常に厚い、強固な流路固定具、二重シールバリアー、およびバージガス流がプロセスガス流を包囲する共軸ガス流が安全強固なガス流路をリアクターおよびフィードスルー装置中に与える。

第12図に示されるように、入口端連結具120は接地に連結される。出口端連結具122はRF出力供給128に連結され、RFエネルギーをカバー80およびマニホールドプレート92に連結する。定電位勾配は、接地連結具120と駆動連結具122との間のプロセスガスのカラム沿いに、石英絶縁管26の表面に沿って3つの型の定電圧

勾配要素：抵抗、誘導または容量性（実効）インピーダンスを与えるラジオ周波コイル、抵抗フィルムあるいは抵抗スリーブ、の1つを設けることにより与えられる。

第13A図に示されるように、RFコイル160は石英ガス管に、その端間に巻き回したワイヤコイルおよび管長を横切って適用される高電圧である。好ましくはワイヤコイル160は№24～№26AWGアルミニウムコイルである。操作周波における所望の電気インピーダンスはワイヤ材料、直径、巻き数毎単位長、長さおよび巻付け技術の選択により得られる。このACインピーダンスは純誘導/抵抗インピーダンスまたは純容量性/抵抗インピーダンスを有するように、あるいは純粋に抵抗性（共鳴）であるように選ぶことができる。ACおよびDC抵抗を選ぶことができる（ワイヤ直径、長さおよび材料を用いて）。典型的な適用には高誘導抵抗を有するが、しかしDC短絡である。13.56MHzのラジオ周波駆動装置に対し、RFコイル型フィードスルーのインダクタンスに

対する典型値は約10～15マイクロヘンリーである。抵抗フィルムまたはスリーブフィードスルーに対しては100～500kohmの抵抗が典型的である。

あるいは、第13B図に示すように制御された電気抵抗および厚さの材料、例えば「エロダグ（Aerodag）G」（イソプロピルアルコール分散媒中のミクロン大黒鉛粒子のコロイド懸濁液）の抵抗フィルム162を石英管126の外側にコートして所望の抵抗インピーダンスを与え、広バンド（周波数）運転を可能にする。

第13C図に示される第3の選択は制御電気抵抗の複合セラミックのような固体抵抗スリーブ164を用いて所望の電気抵抗インピーダンスおよび広バンド周波数運転を与える。

なお他の選択の固体抵抗スリーブ164の変形は、関心の周波数で非常に高い透磁率を有する強磁性体であり、制御電気抵抗を有する材料のスリーブが使用される。作用は抵抗スリーブに対すると同様であり、この追加利点を有する。若干の

条件のもとで分解が起れば、磁性材料の存在並びに初期高電流および生ずる高磁界が電荷フラックス（電流）に対する非常に大きい誘導抵抗を生じてそれが非常に速やかにプロセスガス中の電気伝導を低下し、次いで消滅させる。

第14図は定電圧勾配装置なしで石英管に対する電圧分解の代表的ベンチ試験データを、低（100KHz）および高（13.56KHz）ラジオ周波の両方において圧力、トル、の関数としてキロボルトで示す。示されるように、5～20トルの範囲内の圧力に対する分解範囲は低ラジオ周波に対し3～7KV、高ラジオ周波に対し約2～5KVであった。

第15図は、管A、長さ10.5cmで直径0.6cmの定電圧勾配装置のない管、管B、±26AWGワイヤの160巻きからなるワイヤコイル型の定電圧勾配装置160を有する同一管、に対する分解電圧のベンチ試験データを圧力の関数として示す。管Cは管Bと同じであったが、しかし大きい長さ、13.4cm、を有した。これはRF/ガスを

フィードスルー36が実際のリアクター運転条件下のプロセスガスの分解、次いで蒸着を防ぐのに非常に有効であることを示す。事実、典型的には、リアクター設備10は200トルまでの圧力およびそれ以上で使用され、その値で分解電圧が第14図に示されるものより非常に高い。

簡単に記載すると、本発明の抗電気分解ガスフィードスルー36は電荷蓄積なくプロセスガス流カラムに沿って定電圧勾配が与えられる。さらに、フィードスルー36は高電位差の接地および駆動表面間に抵抗、誘導または容量性電気インピーダンスを組込むように設計される。インピーダンスの選択は装置の電氣的要件、すなわち低周波、高周波、広バンド、d.c. 操作などに依存する。この定電位勾配はガス整流装置32およびフィードスルー36内の高または低ラジオ周波における早期分解および蒸着を有効に防止する。さらに、共軸ガスフィード（石英管の外側バージガス流および石英管の内側プロセスガス流）を含むフィードスルー36の構造がプロセスガス漏洩に非常に耐性

であり、プロセスガス漏洩を設備排出物中へバージする。

最後に、温度制御水をプロセスおよびバージ溝から分離してフィードスルー装置36中の溝（図示なし）に通して流し、フィードスルー中のガスの温度を制御することができる。オゾンまたはTEOSのようなガスを有する典型的な適用において、ガス温度を、例えば凝縮（フィードスルーの過低温）、分解（過高温）、または化学反応（過高温）が管内に生じないように制御することが重要である。ガスフィードスルー装置内部に生ずる上記のいずれも、所望のプロセスに重大な影響を与えることができる。さらに、ガスが石英管内で反応すれば、蒸着が管内部に生ずることができる。

F. 一定の鍵特徴の概要

(1) 均一なウェーハ加熱

我々のリアクターは適合させた不均一近IR放射加熱パターンおよび薄い低質量高輻射能サセプターを用い、熱効率、迅速熱応答（加熱および冷

却）、薄い円形ウェーハの固有の不均一熱損失にもかかわらず優れた温度均一性、および石英の窓窓を通す良好な伝達などを与える（それは放射加熱モジュールの外部装備を可能にする）。

(2) ガス整流装置

RF出力ガスマニホールド26はプラズマの幽閉を可能にする必要の高出力を与える。また、ガスマニホールドおよび半径方向排出ポンプ吸出により与えられる均一ガス入口流パターンが均一なガス装入および排出（バージ）吸出並びにウェーハを横切る均一な半径方向ガス流を与え、非常に高い圧力を含む広い圧力体制にわたる均一な処理（蒸着／エッチング）を可能にする。半径方向吸出および高い圧力能力はウェーハに対するプラズマ／反応物種の幽閉を与え、有効バージを可能にすることでウェーハ上を除く室内の蒸着を防止する。正確に温度制御したガスマニホールドの内部および外部表面がガスボックス内の分解、反応、凝縮などを防止し、外部ガスボックスの表面の好ましくない微粒子の生成、蒸着を排除する。例え

ば、温度制御水が約35～75℃の温度を維持して約35℃以下のTEUSの内部蒸着または凝縮を防ぎ、約70℃以上のオゾンとTEOSとの間の分解または反応を防ぎ、ガスマニホールドの外表面を約100℃以上に維持して薄片の外部蒸着を防ぐためにガスボックス内に循環される。

(3) ガスフィードスルー

ガスフィードスルーはガスボックスに対する高電圧RF出力の適用、並びにガスボックスに対するバージガスおよびプロセスガスのガス分解のない適用の可能性を与える。

(4) ウェーハ輸送設備

1軸ロボットサセプター／ウェーハ支持および輸送設備が外部ロボットブレード上およびそれからの室内の選択位置におけるウェーハの装荷および装脱に適應される。この輸送設備はサセプター／ウェーハと上方にあるガスマニホールドとの間に可変平行密間隔を与え、関連サセプター支持フィンガの垂直移動およびサセプターエレベーター設備の簡単な選択により可変間隔を与える。平行

は1側または他側に傾く傾向を排除することによりプラズマの安定性および均一性を増大し、従って均一な処理（蒸着およびエッチング）を可能にする。ガスマニホールドの外側面とウェーハ表面との間の距離dの可変間隔は種々の型のプロセスの実行を容易にする。また、間隔は非常に小さい可変次元に、例えば1 cm、0.5 cm、およびそれ以下でも、調節することができ、ガス整流装置とウェーハとの間のプラズマおよび（または）ガス状反応物の幽閉を可能にする。この幽閉は反応効率を増大し、反応（分解またはエッチング）の速度を増し、ウェーハ上以外の場所の蒸着を、非常に高い室圧力でも防ぐのに役立つ。

(5) 広い圧力範囲、高い圧力体制

高い圧力能力は、均一な半径方向吸出ガスマニホールドにより与えられる均一なガス流、電極間の可変間隔により与えられる幽閉、およびガスマニホールドに対する高出力密度RF出力の適用を含む多くの前記因子に起因する。

G. 多重処理能力に対する適切な特徴

- (c) 均一な流れ分布、
- (d) 電極の平行可変密間隔、
- (e) 内部／外部ガス入口マニホールド表面の温度制御。

ガスボックス外面の $>100^{\circ}\text{C}$ に対する温度制御は多孔性微粒子生成フィルムの蒸着の防止に重要である。

高い圧力の運転はイオン散乱を増加し、それがウェーハの衝撃および損傷を低下し、ステップ被覆（保護）を増強する。これは高い圧力の運転が、十分な速度で反応せず表面上に粒子／好ましくない蒸着を生ずる地点に対するガス分子の濃度を希釈するためである。高い圧力能力および関連する低衝撃が所定出力／電圧に対する衝撃水準および反応速度の低下、あるいは所定衝撃水準に対して高い反応速度を得る高出力／電圧の使用を可能にする。均一な流れ分布はまた、殊に我々のリアクターを用いる1 cm以下の密間隔で、それがプラズマを幽閉し、従って静浄な運転を強化するので臨界的である。平行を保って電極間隔を調整する能

前記特徴は次のように要約することができる：

- (a) 広い圧力、高い圧力体制；(b) サセプターウェーハの温度均一性；(c) 均一な流れ分布；(d) 電極（入口ガスマニホールドおよびサセプター）の平行可変密間隔；および(e) 内部／外部ガス入口マニホールド表面の温度制御。

典型的には、これらの特徴の少なくとも若干が我々のリアクターを用いたそれぞれの型の処理に非常に重要である。これらの特徴はプロセススペースで次に要約される。

(1) 熱化学蒸着

- (a) 広範な圧力、高い圧力体制、
- (b) サセプター／ウェーハの温度均一性、
- (c) 均一な流れ分布、
- (d) 電極の可変密間隔
- (e) 内部／外部ガス入口マニホールド表面の温度制御、殊に不安定ガス例えばTEOSおよびオゾンを用いる場合。

(2) プラズマ強化CVD

- (a) 広範な圧力、高い圧力体制、

力は蒸着に必要なプラズマ安定性を有する密間隔の使用を可能にする。

(3) プラズマ促進エッチバック

- (a) 広範な圧力、高い圧力体制、
- (d) 電極の可変密間隔

大きな可変間隔は有効な高い圧力能力と組合せて有効なエッチバックを可能にする。電極間の可変間隔は、エッチングまたは他の処理を蒸着に用いる電極間隔を変えないと最適化することが不可能であるので非常に重要である。例えば、 $<1\text{ cm}$ の典型的な間隔が熱CVDおよびPECVDに使用されるが、エッチバックは $\sim 4\text{ in}$ または 1 cm の間隔を必要とする。

(4) リアクター自己浄化

- (a) 広範な圧力体制
- (b) 電極（入口ガスマニホールドおよびサセプター）の平行に保った可変密間隔

可変間隔は可変圧力と組合せて有効なリアクター自己浄化を可能にする。このとき、所要間隔、 $d \sim 0.4\text{ in}$ または 1 cm 、は、例えば熱CVDおよ

びPECVDに必要なものより大きい。比較的大きい間隔および広範な圧力体制がプラズマをリアクター内に拡散し（蒸着プロセスに必要であるように密閉されるよりも）、全リアクターの浄化を可能にする。典型的な自己浄化系列は500ワットのRF出力、ガスNF₃、または他のフッ素含有化学を0.1slmの典型的な流量、0.5トルの圧力およびd \approx 0.4inを用い、 \approx 0.5ミクロン/合計の減退速度（ebb rate）を与えた。

(5) スパッタリングトポグラフィー修飾

(a) 広範な圧力、高い圧力体制、

(b) 電極（入口ガスマニホールドおよびサセプター）の平行に保った可変密閉間隔。

このとき、0.2in間隔と組合せた高い圧力能力並びにガスボックスに対する高出力水準でのRF出力の適用能力が物質例えば酸化物または他の誘導体のガス化学例えばアルゴンまたは他の重分子ガス化学例えばSiCl₄を用いるスパッタリングを可能にする。典型的なスパッタリングプロセスには700ワットのRF出力の適用、0.1slmの

ガス流量、10mtの圧力、0.2 \sim 0.5inの電極間隔dを含む。

II 多段階現場プレーナ化プロセスおよび段階

ここに記載の処理段階および多段階処理系列をリアクター10中で行なった。温度感受性ガス例えばオゾンおよびTEOSを用いる多段階処理、並びに種々の段階例えばCVD、PECVD、エッチングおよび自己浄化を現場で実施する能力はリアクター10を特有の好ましいものとして認めさせる。しかし、ここに開示したプロセスは当業者に、提供されるリアクターに単一プロセス中とはいえプロセス系列を実施することおよびそのようなリアクターを例えばプロセスの使用に適合させることを可能にする。

A. 共形SiO₂の低温熱CVD

高度に共形の二酸化ケイ素の熱化学蒸着はTEOSおよび酸素の熱分解を用いる方法の改良である。この熱CVD発明は一部は改良された高度に共形の（ \sim 100%）二酸化ケイ素コーティングが、ランプ放射加熱を用いて約200 \sim 500

℃のウェーハ温度を与える比較的低い温度および高い圧力で反応物TEOSおよびオゾンの熱化学蒸着により形成されることを見出したことに基く。オゾンは反応速度論の活性化エネルギーを低下し、約200 \sim 500℃の比較的低い温度でTEOSとともに二酸化ケイ素を形成する。市販の高圧、コロナ放電オゾン発生器を用いて酸素中（4 \sim 8）重量%オゾンの混合物をガス配分装置に対して供給する。ヘリウム担体ガスを液体TEOSに通してTEOSを蒸発させ、He担体中の希薄ガス状TEOSをガス整流装置へ供給する。

殊に、熱化学蒸着プロセスは反応物オゾン(O₃)、酸素およびテトラエチルオルトシリケート(TEOS)を約200 \sim 500℃の範囲内の低温度で、約10 \sim 200トル、好ましくは約40 \sim 120トルの範囲内の圧力で用いてボイド、カスプおよび他のトポグラフィーの不規則性を満たす非常に共形の二酸化ケイ素を蒸着させ、それにより実質的に平坦な表面を与える。現存好ましい態様において、オゾンは2 \sim 3slmの流量で供給され、ヘリ

ウム担体ガス流量は50sccm \sim 1.5slmの流量であり、室圧力は40 \sim 120トルであり、ウェーハ温度は375 \pm 20℃であり、それにより3,000オングストローム/分の蒸着速度で高度に共形の非ドープ二酸化ケイ素コーティングを与える。

前記のように、リアクター10のガス整流マニホールド（ガス整流装置26）は流路を循環する20 \sim 50℃の温度の脱イオン水により制御してガス整流装置26の内面を約35 \sim 75℃の狭い範囲内、すなわちTEOSの分解およびTEOSとオゾンとの間の反応を防ぐため約75℃以下の温度に、またガス整流装置内部のTEOSの凝縮を防ぐため35℃以上に維持する。

温度制御ガス整流装置から基板の表面までの距離dは好ましくは約1cmまたはそれ以下である。1cmまたはそれ以下の距離がプラズマまたはガス状反応物をガス整流装置26とウェーハ15との間に密閉する。これは反応効率を高め、反応（蒸着）の速度を増大し、ウェーハ上を除くすべての場所の蒸着を防止する。

本発明の熱CVDプロセスは通常高い蒸着室圧力を用い、少くとも ≥ 10 トル、約 $20 \sim 200$ トルの好ましい圧力が使用される。この範囲の低部でもTEOSを用いるプロセスに通常使用される全圧より20倍以上大きい。高い圧力は有効反応性種の密度を増し、従って高い蒸着速度を与える。

さらに、高い圧力の使用は有効なバージを可能にする。高いバージ流量は廃ガス、連行微粒子などを、室表面上の好ましくない蒸着なく除去することを可能にする。前記底部バージ流がサセプターウェーハの底側を横切り半径方向に外方へ洗い流す。底部流はウェーハの周辺で下方へ向う上部バージ流により合流される。合流した流れはウェーハの周辺から半径方向に外方へ流れ、蒸着ガスを半径方向に外方へ、次いで非常に高い流量で室の排出装置を通して流れさせる。例えば有用な上部バージガス流量（好ましくは窒素）は $1 \sim 10$ slmであることができ、底部バージガス流量（また窒素）は $1 \sim 20$ slmであることができる。こ

れらの高い圧力、高流量の上部および底部流が好ましくないガスおよび微粒子をすべての場所でもウェーハの上部の均一な蒸着ガス分布を乱すことなくバージする。

リアクター10を用いるときヘリウムガス（TEOSの担体）の現在意図する有用な流量範囲は $100 \text{ sccm} \sim 5 \text{ slm}$ （sccm=標準立方センチメートル毎分；slm=標準リットル毎分）であり、関連するオゾン（ O_3 ）流は約 $100 \text{ sccm} \sim 10 \text{ slm}$ で流れる酸素中の4～8重量%オゾンの組成により与えられる。バージガスを含まない全ガス流量は典型的には $200 \text{ sccm} \sim 15 \text{ slm}$ の範囲内にあることができる。

前記ガス流、室圧力、および生ずる室温は約 $500 \sim 4,000$ オングストローム/分の二酸化ケイ素蒸着速度を与える。

$500 \sim 4,000$ オングストローム/分の有用な蒸着速度は第20図に示されるように $200 \sim 500^\circ\text{C}$ の相応する温度で達成されたけれども、蒸着速度は約 $375 \pm 20^\circ\text{C}$ でピークに達する。

ピークより上および下の低い蒸着は基板の表面における好ましくない反応速度の結果である。好運にもピーク温度はまたアルミニウム含有多層導体構造に対する約 400°C の最大処理温度に接近する。 $\sim 400^\circ\text{C}$ 以上でアルミニウム中にヒルロック(hillock)が生ずる。 $\sim 500^\circ\text{C}$ 以上でアルミニウムが軟化する。

第21図を参照すると、（オゾンおよび酸素）：ヘリウム流量比2：1（酸素中8重量%オゾン2slm：He担体およびTEOS1slm）を用いると蒸着速度は $3,000$ オングストローム/分で、 80 トルの室圧力で、および 375°C のウェーハ表面温度（ 35°C のTEOS温度使用）で飽和し、高い圧力で非常にわずかに上昇する。 80 トルにおいて温度を $200 \sim 375^\circ\text{C}$ に低下すると蒸着速度はそれぞれ $1,000 \sim 3,000$ オングストローム/分に低下する。 20 トルで $200 \sim 375^\circ\text{C}$ の温度が $500 \sim 1,000$ オングストローム/分の蒸着速度を与える。約 120 トル以上の圧力で、ガス相反応は粒子を増加する。これはウェー

ハ温度の低下、または希釈剤流量の増加により制御できるが、しかしこれらの段階は蒸着速度を低下する。

生ずるフィルムは改良された物理的および電気的性質例えばひび割れ抵抗、密度、屈折率、収縮、エッチング速度、破壊電圧、フラットバンド電圧、可動イオン汚染、ピンホール密度および二酸化ケイ素純度、を有すると確認されたけれども、決定的観点はステップの垂直および水平面上および他の表面不規則上の優れた $\sim 100\%$ 共形カバーである。従って、オーバハング、カスプおよびボイドのような問題が非常に苛酷でなく、それによりそのような問題の除去およびプレーナ化の達成にしなければならないフォローアップ処理の量が最小化され、または排除さえされる。

さらに、この高度共形カバーが非ドーパ酸化物コーティングを用いて与えられる。従来の方法は蒸着酸化物を平滑にするためにレフロー(reflow)を用い、リンまたはホウ素ドーピングを（ホスホシリケートガラス、PSC、ボロシリケートガラ

ス、BSG、およびボロホスホシリケートガラス、BPSG)を混合してレフロー温度を低下させる。我々の熱CVDプロセスはレフローの必要、従ってPSG、BSGおよびBPSGの使用並びに関連する問題例えばアルミニウム腐食を排除する。しかし、望むならば、我々の熱CVDプロセスにおいて共形酸化物を低水準例えば1~10重量%のリンおよび(または)ホウ素を反応物例えばTMS(テトラメチルホスファイト)および(または)TMB(テトラメチルボレート)に混合することによりドーピングすることができる。低濃度ドーピング水準が十分なレフロー特性を与える。

B. 2段階ブレーナ化プロセス

1観点において、本発明の方法は二酸化ケイ素をブレーナ化する従来の方法、例えばスピンの・オン・ガラス(spin-on glass)およびポリイミド蒸着をエッチバックとともに用いる従来の方法、の改良である。

本発明の他の観点は誘電体層を実質的にブレーナ化する前記熱CVD二酸化ケイ素蒸着プロセス

本発明の他の観点において、前記熱CVD、共形酸化物蒸着プロセスが3段階高蒸着速度、高処理量ブレーナ化プロセスに、前記多段階プロセスCVD/PBCVD蒸着において現場で使用される。ブレーナ化プロセスは存在する誘電体層上に適用でき、または単独で用いてブレーナ誘電体を形成することができる。

好ましい第1段階は、PBCVD酸化物蒸着である。PBCVD酸化物蒸着プロセスはTEOS、酸素、および担体ガスから希釈剤例えばヘリウムとともにまたはそれなしで形成したプラズマを用いる。このプロセスは約1~約50トルの蒸着室圧力、約100~1,000sccmの酸素流量、100~1,500sccmの不活性担体ガス(ヘリウム)流量、200sccm~2.5ℓ毎分の全ガス流量(バージガスを含めない)、および約200~400ワットの直径~6inのガス配分装置カソードに対するRF出力を用いる。ガス配分装置/カソード26における出力密度は類似平行プレート配置に対する計算を基に約1ワット/cm²である。放射エ

特開昭63-246829(24)

の使用し次いで等方性湿式または乾式エッチングの好ましくは高エッチング速度を使用してブレーナ化プロセスを完成する。前記低温熱CVD、共形酸化物蒸着プロセスの、種々の湿式または乾式等方性エッチングプロセスに協同させた組合せは意外に共形のブレーナ化誘電体層を与え、それが現在開発中であり将来開発される小幾何学形態の多水準金属化構造に十分に役立つ。下記は同一の多段階室といわれる現場で行なうことができる現在好ましい乾式等方性エッチングプロセスである。

C. 3段階ブレーナ化プロセス

他の観点において、本発明は3段階プロセスに具体化され、初めに二酸化ケイ素の層を、好ましくは高蒸着速度で形成し、前記のオゾンおよびTEOSを基にした熱CVD共形酸化物蒸着プロセスを第2段階として用い高度に共形の酸化物コーティングを形成し、次いで3段階において、好ましい高速等方性エッチングを適用してブレーナ化プロセスを速やかにしとげる。

D. 好ましい3段階ブレーナ化プロセス

エネルギーは環状配列の直立ランプにより下からサブスターに向かわせ、蒸着プラズマを発生させ、ウェーハ表面を300~500℃の温度に加熱する。それぞれ1~15slmおよび1~20slmの上部(窒素とヘリウムとの混合物)および下部(窒素のみ)バージガス流量が使用され、それぞれ2.5slmおよび10slmの上部および底部ガス流量が好ましい。これらのパラメーターは約5,000~10,000オングストローム/分のSiO₂蒸着速度を与える。典型的には $0.4\text{ cm} \leq d \leq 6\text{ cm}$ である。

6inウェーハに対するPBCVD酸化物蒸着段階に対する現在好ましい運転パラメーターは600sccm酸素、900sccmヘリウム、16,000sccm全流(バージを含む;バージを除いて1,500sccm)、10±2トル圧力、および375±20℃ウェーハ温度である。そのパラメーターはガス整流装置対ウェーハ表面距離 $d \approx 0.4\text{ cm}$ に対し、約8,500オングストローム/分のSiO₂蒸着速度を与える。

全く明らかに、TEOSガス化学に基づき、決定的な共形二酸化ケイ素蒸着段階として実質的に同一の室要件を有するPECVD酸化物蒸着プロセスは同一の室の使用を可能にするだけでなく、また好ましい。

シランおよび酸素の使用、並びに700~800℃の範囲内の温度で、約5トル未満の圧力におけるテトラエチルオルトシリケート(TEOS)の熱分解を含む化学蒸着による二酸化ケイ素を蒸発する若干の方法が知られている。この熱分解プロセスは窒化ケイ素、シランおよびアンモニアプラズマ、またはオキシニトリド、シラン、アンモニアおよびN₂Oプラズマで用いることができる。TEOSを1トル以下の圧力で用いるプラズマ促進化学蒸着はまたスピノングラスおよびポリイミドの使用を含む変形で使用される。

現在のPECVDプロセスはCVD蒸着二酸化ケイ素蒸着速度、ひび割れ抵抗、物理的および電気的性質を改良する方法を与える。本発明はまた改良されたステップカバーおよび低応力の蒸着層

このオーバーハングは次の処理により除去しなければならず、従ってプロセスを複雑にする。本発明によるプロセスの利用により、オーバーハングの問題が非常に奇酷でなくなり、それによりこの問題を除去するための処理の量が最少化され、または排除さえされる。

本発明により形成される二酸化ケイ素コーティングはまた低い応力を示し、一般に-1E9(圧縮)~+1E9(引張)の指数により確認され、好ましい指数は-1E8である。本発明によるコーティングは改良された物理的および電気的性質を示し、密度、屈折率、収縮パラメーター、エッチング速度、破壊電圧、フラットバンド電圧、可動イオン汚染、ピンホール密度および二酸化ケイ素純度が改良される。

最後に、本発明によるプロセスを、殊に前記同時係属出願に開示される装置において用いることにより、高い圧力(現在約50トルまで)における運転がプラズマを基板の上部に幽閉し、従って、おそらく室の側面および蒸着を望まない表面を汚

特開昭63-246829(26)

が得られる二酸化ケイ素を蒸着する改良された方法を与える。

殊に、蒸着の好ましい条件が通常の圧力(50トルまで)より高く、約200~400℃の温度である前記の有利な改良を得るTEOSのプラズマ強化蒸着に対する改良された方法を与える。

TEOSを用いるプラズマ強化化学蒸着に対する通常の要件は約1トルまでの(担体ガスを含めて)全圧範囲内にあり、プラズマ中の酸素は約0.4トルの圧力である。蒸着中、基板温度は通常室温から約400℃に徐々に上昇する。例えばマッケンズ(Mackenz)ほか、シン・ソリッド・フィルムズ(Thin Solid Films)、97:53~61(1982)参照。

本発明による蒸着二酸化ケイ素コーティングはまた改良されたひび割れ抵抗を有し、他の方法により蒸着された二酸化ケイ素コーティングに比べて改良されたステップカバーを有する。ステップカバーの問題はステップ基板のコーナーにおけるキノコ状蒸着オーバーハングの生成を処理する。

染することが少ないと思われる。

好ましくは、第3段階は存在する二酸化ケイ素表面を、室中でドーピングガス例えばヘリウム中のCF₄、NF₃、およびC₂F₆から選ばれるフッ素化ガスから形成されるプラズマに100~500℃、好ましくは200~400℃の範囲内の温度で暴露する段階を含む高速等方性エッチングプロセスである。(ヘリウムおよび(または)酸素を混合して炭素とガスを形成させることができる。)これらのガスに対する全ガス室圧力は通常約200mt~20トルの範囲内にある。好ましい範囲は500mt~10トルの範囲内にある。プラズマの全ガス流量は当業者により決定することができよう。しかし、20sccm~3.5slmの運転可能範囲が前記多段階プロセスCVD/PECVDリアクターに開示した装置に有用であることが認められた。好ましい全ガス流量は約170sccm~1.25slmである。NF₃(またはC₂F₆)ガス流に対する範囲は約10sccm~500sccmであり、好ましい範囲は約70~200sccmである。ドーピン

ガス、通常ヘリウム、の個々の流量は約10 sccm~3.5slm、好ましくは100sccm~1slmである。約0.5~1ワット/cm²のRF出力密度が使用され、ランプモジュールからの放射出力とともに<500℃の基板温度、好ましくは200~400℃の温度を与える。d≥0.4cmの距離が使用される。0.4cm未満でプラズマ密度不安定性が増大する。また、dが1cmより大きくなると、エッチングは有効になりすぎて他の成分をエッチングすることができる。

使用される比較的高い温度で、二酸化ケイ素の迅速精密等方性エッチングが達成されることが認められた。特に、500オングストローム毎分~1ミクロン毎分のエッチング速度が得られ、エッチングが等方的に行なわれ、平滑である。

この等方性エッチングプロセスはまた一般に、例えば金属コンタクトに有用であるけれども、前記のようにSiO₂ステップカバー層のプロファイル制御を与えるのに殊に有用である。殊に、この均一な高速等方性エッチングがSiO₂蒸着に起因す

る182を非常に高い蒸着速度で形成する。次いで第2段階を用いてその上に共形二酸化ケイ素層183を形成し、それは下の深いステップ184にもかかわらず実質的にプレーナ化される。最後に第19図に示されるように、第3の等方性エッチング段階が上部表面185を、あるとすれば層183中の残存ステップ186の下までエッチングし、それにより次後の層に対して平滑プレーナ表面187を与える。

さらに、前記3段階現場プロセスが二酸化ケイ素に対する我々のプレーナ化プロセスの現在好ましい態様であるけれども、オゾン-およびTEOS-ベース熱CVD段階（第2段階）を他の初期誘電体コーティングおよび他の等方性エッチング段階と組合せて用いることができる。例えばオゾン熱CVD第2段階を、CVDまたは他の方法により形成された二酸化ケイ素または窒化ケイ素あるいはシリコンオキシニトリドあるいは他の誘電体層上の高度に共形の二酸化ケイ素コーティングの蒸着に使用することができ、生じた実質的にプレー

特開昭63-246829 (26)

る実質的にプレーナ化した外形を追加プレーナ化する利点を有する。

この高速等方性エッチング段階を前記2二酸化ケイ素蒸着段階に用いた同一リアクター中で現場で行なった。その結果、この好ましい系列がプレーナ化二酸化ケイ素層を小幾何学的ステップ、溝などを組み込んだ非プレーナ層上でも形成する一体化現場3段階プロセスを与える。TEOSおよびオゾンベース熱CVD共形酸化物蒸着段階、高速PECVD酸化物蒸着段階および高速エッチング段階の使用の組合せにおいて、全3段階に対して同一室を用いる能力は速やかな高処理量プレーナ化プロセスを与え、それがまた汚染およびウェーハ損傷、並びに、ウェーハを繰返し扱い1室から他室へ移すときに生ずる他の問題の可能性がほとんどない。

前記3段階プレーナ化プロセスの使用は第18図および第19図に略示される。第18図に示されるように、第1段階はステップ181上の二酸化ケイ素の比較的厚いステップ層

プレーナ化した層を他の、好ましくは高速、乾式（例えばプラズマ）または湿式化学等方性エッチング法を用いてプレーナトポグラフィーにエッチングすることができる。

E. 室自己浄化

等方性室自己浄化エッチング系列はフッ素化ガスを用いて約600.mT~10トルの圧力、1~2ワット/cm²の高RF出力密度、距離d=1cm、および等方性エッチングプロセスについて記載したガス流量を含む他のパラメーターで行なった。このプロセスを前記多段階CVD/PECVリアクターの浄化に用いた。ウェーハ上に~5μ厚さの二酸化ケイ素フィルムを蒸着した後、室を約1分間浄化することができる。

F. 要約：択一的プロセス系列

以下は前記蒸着、エッチングおよび自己浄化段階を単独または組んで使用できる可能な方法の若干の部分的列挙である。

第1に、オゾン、酸素およびTEOSを用いる熱CVD共形酸化物蒸着プロセスを単独で、例え

ば不完全トポグラフィー上に完全ステップカバーなく、または完全ステップカバーを有して形成した存在する誘電体のプレーナ化に用いることができる。

第2に、共形酸化物形成熟CVD段階を存在誘電体に、次いで等方性エッチング段階を適用して残留非プレーナ性をプレーナトポグラフィーにエッチバックすることができる。

第3に、それ自体誘電体例えば中間段階誘電体の形成に使用できるか、または存在誘電体中の不完全ステップカバーおよび（または）トポグラフィーの矯正に適用できる好ましい高速プレーナ誘電体形成系列において、前記高速PECVD酸化物段階、次に共形酸化物形成熟CVD系列を適用することができる。非プレーナ特徴を除く等方性エッチバックを用いる好ましい系列において、高速PECVD酸化物蒸着系列は次に共形酸化物形成熟CVD段階、次に等方性エッチング段階、好ましくは前記高速プラズマ等方性エッチングを伴って使用される。

プレーナ酸化物プロセスを、完全プレーナ化および所要の厚さを達成する最終段階として等方性エッチバックに組込むことができる。

最後に、しかし確実に網羅的でなく、等方性室自己浄化エッチングを、清浄な蒸着のない状態に室を維持するために他のプロセス系列内またはその終りに望みどおり挿入することができる。

本発明は種々の好ましく、選択的な態様に関連して記載されたけれども、当業者が特許請求の範囲に記載した発明の範囲から逸脱することなく多くの変更を行なうことができると理解される。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の組合せCVD/PECVDリアクターの好ましい態様のカバーを回転開放して示した平面図であり、

第2図はリアクターカバーを閉じた第1図の線2-2に沿ってとった部分略縦断面図であり、

第3図は第1図の線3-3に沿ってとったウェーハエレベータ設備の縦断面図であり、

第4～8図は、ウェーハをリアクターサブタ

特開昭63-246829 (27)

多くの他の組合せが個々の状態／問題に対して可能である。例えば、次の系列が、RF出力の適用前に感受性デバイスまたは構造上に薄い保護酸化物層を形成することが望ましい場合に好ましいことができる：

- (1) 熱O₂ CVD共形酸化物蒸着、
- (2) 高速PECVD酸化物蒸着、
- (3) 熱O₂ CVD共形酸化物蒸着、
- (4) PECVD酸化物蒸着、および
- (5) 高速等方性エッチング。

また、ステップトポグラフィー上に非常に薄いプレーナ酸化物を形成するために次の系列の初めの2段階を用いてステップトポグラフィーをプレーナ化し、次いで高速酸化物蒸着を適用してプレーナ表面上に非常に厚い酸化物厚さを形成することができる：

- (1) 高速PECVD酸化物蒸着、
- (2) 熱O₂ CVD共形酸化物蒸着、および
- (3) 高速PECVD酸化物蒸着。

他の選択として、すぐ前に記載した非常に薄い

ーに配置し、それから取出すウェーハ輸送設備の作用の連続的な高度略図であり、

第9図は第2図の線9-9に沿ってとった円形配列の放射ランプ加熱装置を通る縮小寸法水平断面図であり、

第10図はプロセスガスおよびバージガス整流装置を詳細に示す第2図の拡大部分図であり、

第11図はガス整流ヘッドまたはマニホールドの部分拡大断面図であり、

第12図は第2図に示したRF/ガスフィードスルー装置の拡大縦断面図であり、

第13A図～第13C図はガスフィードスルーの種々の選択態様の略図であり、

第14図は定電圧勾配装置のない低周波および高周波RF出力に対する破壊電圧を圧力の関数として示すグラフであり、

第15図は定電圧勾配装置を有し、および有しない破壊電圧を圧力の関数として示すグラフであり、

第16図は材料例えば誘電体の層のステップト

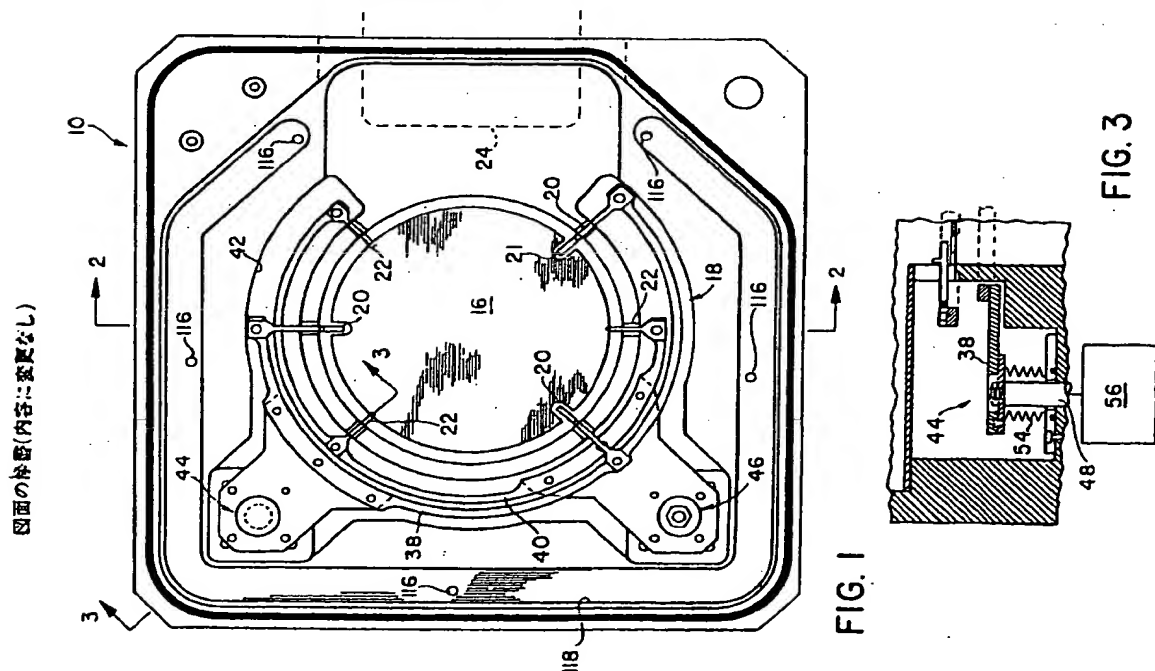
ポグラフィーの表面上の蒸着に関連する到達角を例示する集積回路の略断面図であり、

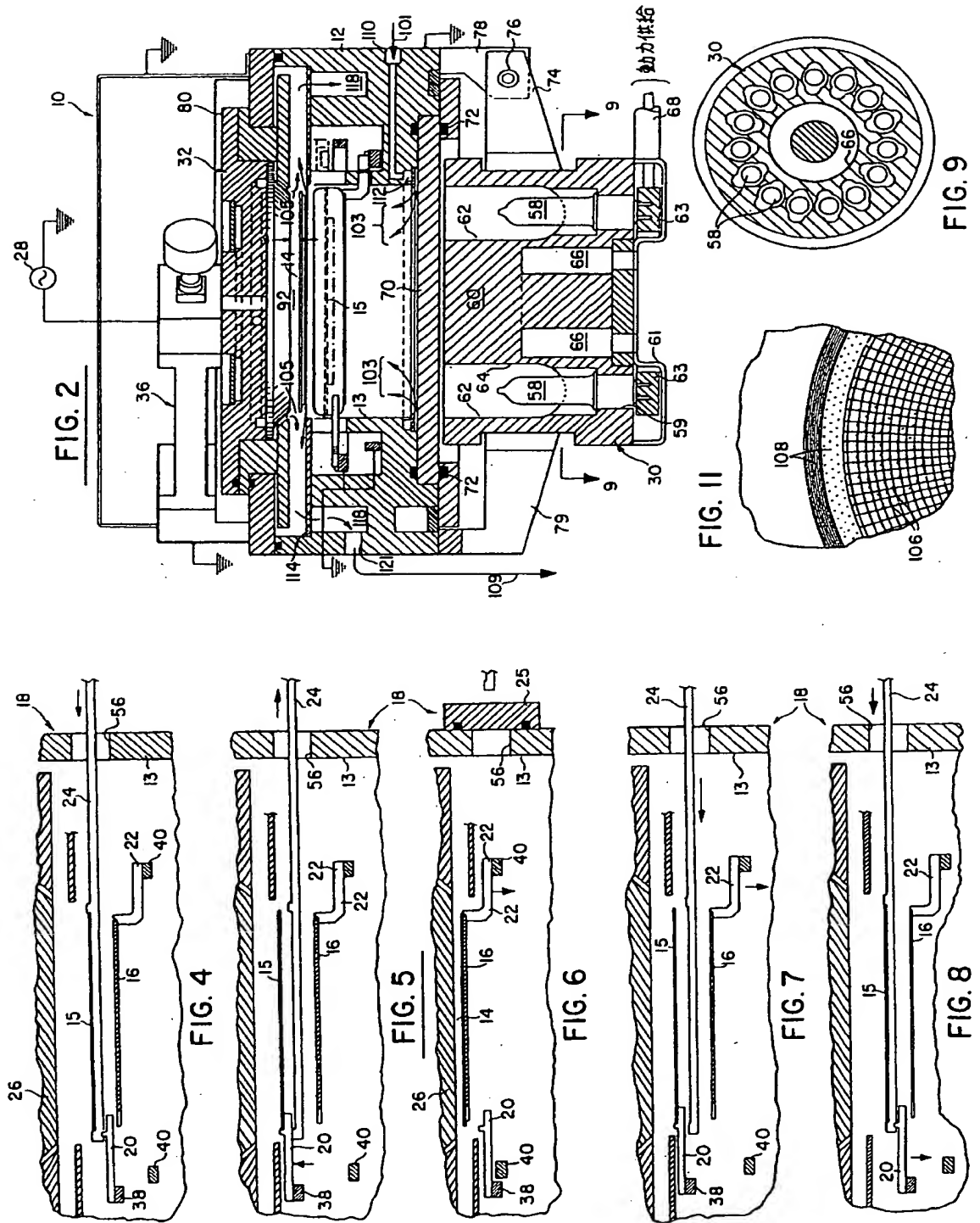
第17A図および第17B図はプレーナ化に対する溝蝕の効果を示す第16図と同様の略断面であり、

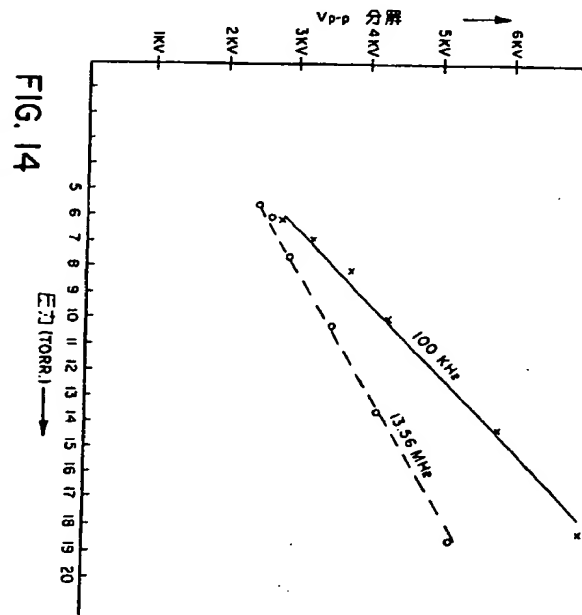
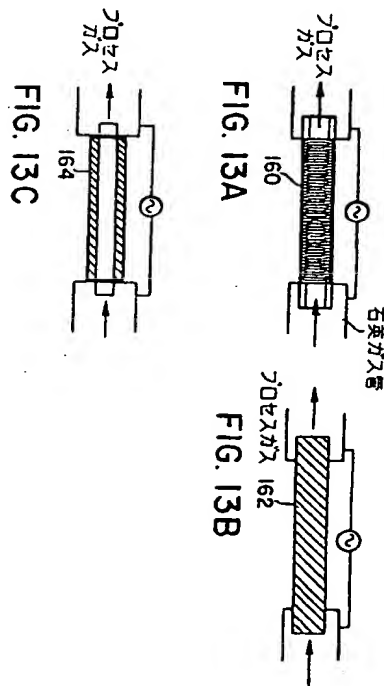
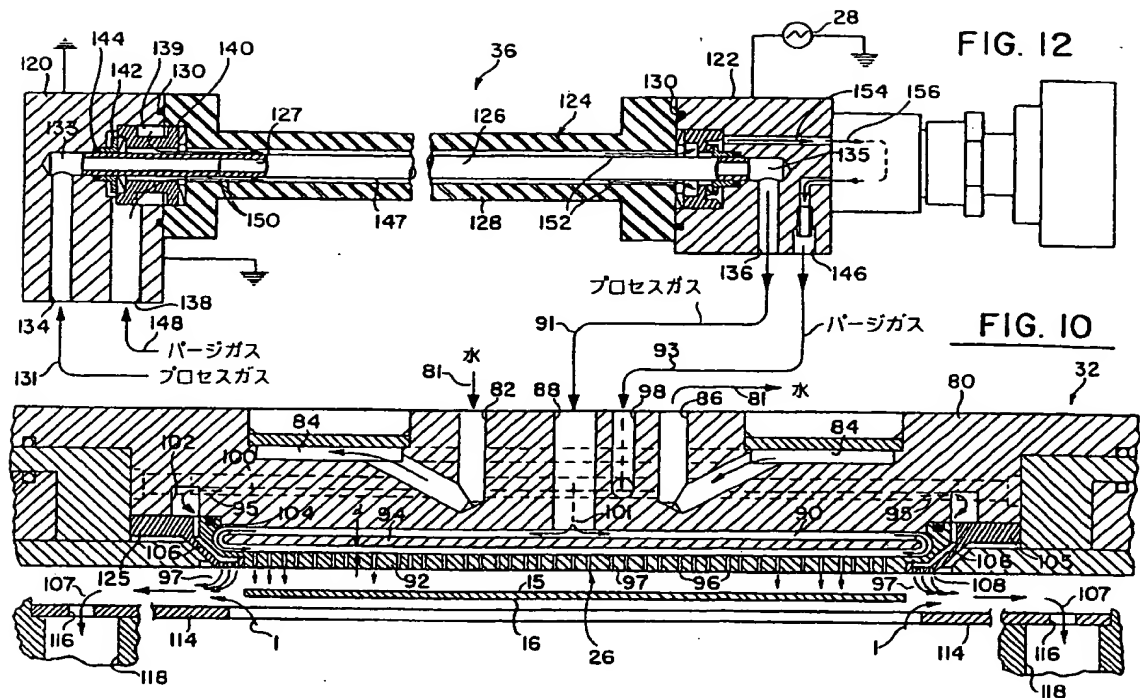
第18図および第19図は我々のプレーナ化プロセスの適用から生ずる酸化物フィルムの共形プレーナ品質を例示する第16図のような集積回路のトポロジーの断面図であり、

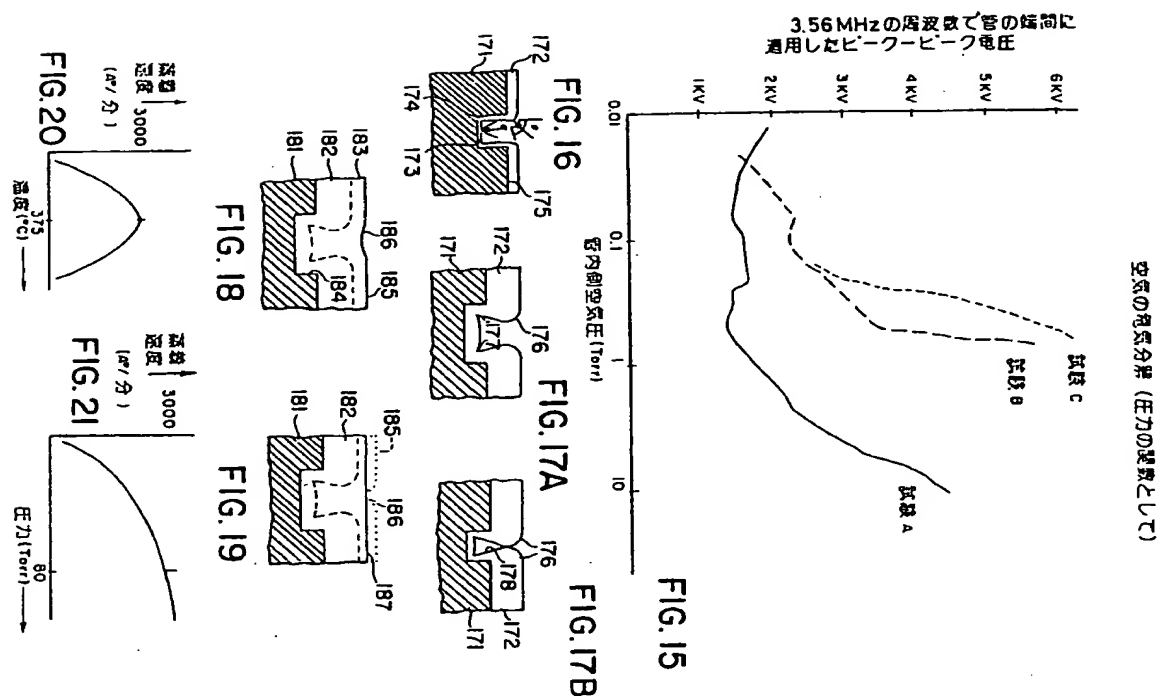
第20図および第21図は我々のこの酸化物蒸着プロセスに対する蒸着速度をそれぞれ温度および圧力の関数として示すグラフである。

- 10 ……リアクター設備
- 18 ……ウェーハ輸送設備
- 26 ……ガスマニホールド
- 30 ……放射加熱装置
- 32 ……ガス整流装置
- 36 ……RF/ガスフィードスルー装置
- 44、46 ……エレベータ設備









第1頁の続き

⑨ Int. Cl.

H 01 L 21/31

識別記号

庁内整理番号

C-6708-5F

⑦発明者	ジョン エム ホワイ ト	アメリカ合衆国 カリフォルニア州 コロニー ヴィユー プレイス2811	94541ヘイワード
⑦発明者	カム エス ロウ	アメリカ合衆国 カリフォルニア州 テイー コノソ プラザ 101	94587ユニオン シ
⑦発明者	シシー リューン	アメリカ合衆国 カリフォルニア州 テイー アンティオク ループ4954	94587ユニオン シ
⑦発明者	サルヴァドル ビー ウモトイ	アメリカ合衆国 カリフォルニア州 シャロン ストリート 62	94565ビッツバーク
⑦発明者	ケニス エス コリン ズ	アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ムーアパーク 4838	95129サン ホセ
⑦発明者	ジョン エイ アグミ ク	アメリカ合衆国 カリフォルニア州 キッタリー アベニュー3072	94583サン ラモン
⑦発明者	イルヤ バーロフ	アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ヴィユー 207 エル モント1030	94040マウンテン
⑦発明者	グン メイダグ	アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ス ヒルズ ムーリエツタレーン 1200	94022ロス アルト

(32)

特開昭63-246829 (32)

手 続 補 正 書 (方式)

昭和 年 63. 4. 28 日

特許庁長官 小 川 邦 夫 殿

1. 事件の表示 昭和62年特許願第321181号
2. 発明の名称 熱CVD/PECVDリアクターおよび二酸化ケイ素の熱化学反応に対する使用並びに現場多段階プレーナ化プロセス
3. 補正をする者
事件との関係 出 願 人
名 称 アプライド マテリアルズ
インコーポレーテッド
方 式 特 許 審 査
4. 代 理 人
住 所 東京都千代田区丸の内3丁目3番1号
電話(代) 211-8741
氏 名 (5995) 弁理士 中 村 隆 夫
5. 補正命令の日付 昭和63年3月29日
6. 補正の対象 願書の特許出願人の欄
明細書 全 図 面
特許庁
63. 4. 30
21.03.21
日
7. 補正の内容 別紙のとおり
願書に最初に添付した明細書及び図面の謄本
(内容に変更なし)

特許法第17条の2の規定による補正の掲載

昭和 62 年特許願第 321181 号 (特開昭 63-246829 号, 昭和 63 年 10 月 13 日 発行 公開特許公報 63-2469 号掲載) については特許法第17条の2の規定による補正があったので下記のとおり掲載する。 1 (2)

Int. Cl. ¹	識別 記号	庁内整理番号
H01L 21/31		B-6940-5F
C23C 16/48		8722-4K
16/50		8722-4K
H01L 21/31		C-6940-5F

特許請求の範囲

(1) ウエーハを水平に取付けるための真空室を構成し、かつ、ウエーハ取付け位置の上に、該取付け位置においてウエーハに反応ガスを供給するための水平入口ガスマニホールドを有するハウジングと、

真空室内のウエーハ取付け位置の下方周囲に取付けられ、かつ、渦状配列の排出孔を有するガス整流プレートと、

真空排出ポンプ手段と、

孔配列の下方に位置しこれと連通し、かつ、真空排出ポンプ手段と連通する排出口を有する渦状溝とを含み、該渦状溝の容積は、半径方向ガス流がウエーハ取付け位置を横断し排出口から溝の中に流入することができるほど、排出口に対して伝導力を提供することを特徴とする半導体処理リアクター。

(2) 内部でウエーハをガス化学処理するようになった室を構成するハウジングと、

室の底部を形成する輻射エネルギー透過窓と、

平成 3. 6. 24 発

手続補正書

3. 2. 21

平成 年 月 日

特許庁長官 樋 松 敏 殿

(通)

1. 事件の表示 昭和62年特許願第321181号

2. 発明の名称 熱CVD/PBCVDリアクターおよび二酸化ケイ素の熱化学蒸着に対する使用並びに現場多段階プレーナ化プロセス

3. 補正をする者
事件との関係 出 願 人

名 称 アプライド マテリアルズ
インコーポレーテッド

4. 代 理 人

住 所 東京都千代田区丸の内3丁目3番1号
電話 (代) 3211-8741番

氏 名 (5995) 弁理士 中 村

印

5. 補正命令の日付 自 発

6. (本補正により特許請求の範囲に記載された発明の数は合計「8」となりました。)

7. 補正の対象 明細書の特許請求の範囲の欄

8. 補正の内容 別紙記載の通り

万 式 (目録)

室内で支持されていて、ウエーハを支持するためのサセプターとを含み、

前記ハウジングは、室の下方でハウジングに取付けられていて、ランプからの実質的に平行な輻射エネルギーの渦状ビームを、サセプターの中央部分でよりも縁部においてより大きな入射密度で、窓を介してサセプターに差し向けるための輻射加熱手段をさらに有することを特徴とする半導体処理リアクター。

(3) 内部に位置決めされたウエーハを処理するための室を構成するハウジングを含み、

該ハウジングは、室にウエーハを挿入し室からウエーハを取り出すため、ウエーハ保持プレートを受け入れるための閉鎖可能な開口を内部に有しており、

室に設けられていて、ウエーハを保持するようになった第1のほぼ円形の水平な列のフィンガと、

室に設けられていて、ほぼ円形のサセプターを水平配向に保持するようになった、第1のフ

(2)

フィンガと互いにかみ合わされた第2のほぼ円形の水平な列のフィンガと、

第1のフィンガを、(a) 第2のフィンガの処理位置への持上げ移動の前に、ウエーハをブレードから持上げるように上方に移動させ、

(b) ウエーハをブレードに戻すように下方に移動させるための、第1のフィンガを取付ける第1の垂直可動エレベータ機構と、

第2のフィンガを、(c) 第1のフィンガからサセプター上に、そして少なくとも1つの所定の処理位置の中にウエーハを持上げるように上方に移動させ、(d) 第1のフィンガによってブレードに戻す前に、処理されたウエーハを第1のフィンガに蒸着させるように下方に移動させるための、第2のフィンガを取付ける第2の垂直可動エレベータ機構と、

をさらに含むことを特徴とする半導体処理リアクター。

- (4) 前記所定の処理位置は、ガスマニホールドとサセプター及びウエーハとの間の平行な間隔が

孔配列の下方に位置しこれと連通し、かつ、真空排出ポンプ手段と連通する排出口を有する環状溝とを含み、該環状溝の容積は、半径方向ガス流がウエーハ取付け位置を横断し排出口から溝の中に流入することができるほど、排出口に対して伝導力を提供することを特徴とする特許請求の範囲第(3)項乃至第(5)項のいずれか1つに記載のリアクター。

- (7) ガス入口マニホールドは、半径方向整合孔の数を制御するため、半径方向に互い違いにされた孔間隔をもつ多数のほぼ同心状のリングからなる蒸着ガスを分配するための中央列の孔からなることを特徴とする特許請求の範囲第(6)項に記載のリアクター。

- (8) ガス入口マニホールドは、ウエーハの周囲下方にパージガスを分配するための周囲列の孔からなり、該周囲列は、半径方向整合孔の数を制御するため、半径方向に互い違いにされた孔間隔をもつ多数のほぼ同心状のリングからなることを特徴とする特許請求の範囲第(7)項に記載の

系 3. 6. 24 電行

約1cm以下であるような少なくとも1つの位置を有することを特徴とする特許請求の範囲第(3)項に記載のリアクター。

- (5) 室の底部を形成する輻射光透過窓と、

室の内部に位置決めされていて、ウエーハを支持するためのサセプターと、

窓の下方でハウジングに取付けられていて、ほぼ環状パターンに輻射エネルギーを、サセプターの中央部でよりも周囲でより大きな入射密度で、窓からサセプターに差し向けるための輻射熱手段と、

を含むことを特徴とする特許請求の範囲第(3)項又は第(4)項に記載のリアクター。

- (6) ウエーハ取付け位置の上に、該取付け位置においてウエーハに反応ガスを供給するための水平入口ガスマニホールドと、

室内のウエーハ取付け位置の下方周囲に取付けられ、かつ、環状配列の排出口を有するガス整流プレートと、

真空排出ポンプ手段と、

リアクター。

- (9) 窓の近くのサセプターの下方に位置決めされていて、パージガスを窓を横切って室に差し向けるための第2の環状ガス入口マニホールドをさらに含むことを特徴とする特許請求の範囲第(8)項に記載のリアクター。

- (10) 半径方向ガス流圧送手段は、室内のウエーハ取付け位置の周囲に取付けられたガス分配プレートを有しており、該プレートは、円形列の排出口を内部に有しており、室に形成された円形溝は、排出口と連通しており、かつ、真空排出ポンプ手段に連結された排出口を有しており、該排出口は、前記蒸着されていない蒸着ガスを、ウエーハを半径方向に横切って排出口からのパージガスとともに流すためのものであり、前記溝容積は、一定の半径方向ガス流をウエーハを横切って排出口に流すことができるほどの伝導性を提供することを特徴とする特許請求の範囲第(9)項に記載のリアクター。

- (11) ランプによって供給される輻射エネルギーは、

波長が約0.7～2.5ミクロンの範囲に実質的に集中していることを特徴とする特許請求の範囲第(5)項乃至第(10)項のいずれか1つに記載のリアクター。

- 02 ランプによって供給される輻射エネルギーは、ピーク輻射波長がほぼ0.9～1.5ミクロンに集中していることを特徴とする特許請求の範囲第(5)項乃至第(10)項のいずれか1つに記載のリアクター。
- 03 サセプターは、グラファイト、アルミニウム、セラミック及びこれらの配合物から選定されることを特徴とする特許請求の範囲第(5)項乃至第(10)項のいずれか1つに記載のリアクター。
- 04 マニホールドは、内部流を中央配列の孔にわたって半径方向内方に差し向けるための内部プレートをもつことを特徴とする特許請求の範囲第(7)項乃至第(13)項のいずれか1つに記載のリアクター。
- 05 内面及び／又は外面を所定温度内に維持し、これらの面への好ましくない蒸着物を抑制する

圧力で作動するようになっていることを特徴とする特許請求の範囲第(3)項乃至第(10)項のいずれか1つに記載のリアクター。

- 06 リアクターは、0.1～200トルの圧力で作動するようになっていることを特徴とする特許請求の範囲第(3)項乃至第(10)項のいずれか1つに記載のリアクター。

- 07 テトラエチルオルトシリケートを含むガス混合物から形成されたプラズマに基板を曝すことによって、二酸化珪素を基板に蒸着させるための方法において、

真空室内の支持体に、RF電極であり基板に近接した多数の密接に間隔を隔てたガス出口孔を有するガスマニホールドに隣接して、基板を位置決めする段階と、

マニホールドと基板支持体との間にRFエネルギーを加え、室の全圧力を約1～50トルの範囲内に、基板の温度を200～500℃の範囲内に維持しながら、ガス混合物をマニホールドに連通させる段階と、

平成 3. 6. 24 発行

ために、マニホールド内で熱交換流体を循環させるための手段を有することを特徴とする特許請求の範囲第(7)項乃至第(13)項のいずれか1つに記載のリアクター。

- 08 ガス入口マニホールドに連結されたガス供給装置をさらに含み、該装置は、入口端及び出口端をもつチューブ手段を有し、かつ、内部では蒸着ガスの共軸流を、外部ではバージガスの共軸流を、ガス入口マニホールドに提供するようになつており、前記チューブ手段は、入口端で接地に連結され、出口又はマニホールド端でRF出力供給に連結されて、RF出力をガス入口マニホールドに加えて蒸着ガスからの反応プラズマを形成するようになつており、チューブ手段は又、長さに沿って定電圧勾配を形成しガスの分解を防止するための一定の電気インピーダンスを、その長さに沿って有することを特徴とする特許請求の範囲第(7)項乃至第(13)項のいずれか1つに記載のリアクター。
- 09 リアクターは、760トル或いはそれ以下の

を含むことを特徴とする方法。

- 09 室圧力は、約1～12トルであることを特徴とする特許請求の範囲第(9)項に記載の方法。
- (21) ガス混合物は、酸素を含むことを特徴とする特許請求の範囲第(9)項に記載の方法。
- (22) 室圧力は約1～12トルであり、ガス混合物は酸素を含むことを特徴とする特許請求の範囲第(9)項に記載の方法。
- (23) ガス出口孔と基板との間の距離は、約1cm以下であることを特徴とする特許請求の範囲第(9)乃至第(22)項のいずれか1つに記載の方法。
- (24) 入口ガスマニホールドを介して不活性ガスを室に連通させることをさらに含むことを特徴とする特許請求の範囲第(9)項乃至第(23)項のいずれか1つに記載の方法。
- (25) 蒸着プラズマ種を基板にとどめるため、基板から半径方向に遠ざかる方向に流れるように、バージガスをマニホールドの周囲から真空室に連通させることを特徴とする特許請求の範囲第(9)項乃至第(24)項のいずれか1つに記載の方法。

(26) 基板の周囲で合流して上向き及び下向きに流れように、パージガスを真空室に連通させ、半区方向外方に移動させて反応蒸着物を基板にとどめる段階をさらに含むことを特徴とする特許請求の範囲第(24)項乃至第(24)項のいずれか1つに記載の方法。

(27) 酸化プラズマ中のテトラエチルオルトシリケートの分解から得られる反応蒸着種に基板を曝すことによって、二酸化珪素を基板に蒸着させるための方法において、

真空室内の支持体に、RF電極であり基板に近接した多数の密接に間隔を隔てたガス出口孔を有するガスマニホールドに隣接して、基板を位置決めする段階と、

マニホールドと基板支持体との間にRFエネルギーを加え、室の全圧力を約1～50トルの範囲内に維持しながら、テトラエチルオルトシリケート及び酸化種をマニホールド孔を介して室に連通させる段階と、を含むことを特徴とする方法。

ガスをマニホールドの周囲から室に連通させることを含むことを特徴とする特許請求の範囲第(29)項に記載の方法。

(31) 基板は、酸化珪素、窒化珪素、シリコン・オキシニトライド及びポリシリコンから選定されたコーティングを含み、この方法は、室内の真空を破壊して酸化珪素の上層を形成することなしに、室に少なくとも酸化珪素の上層を等方性にエッチングすることをさらに含むことを特徴とする特許請求の範囲第(29)項に記載の方法。

(32) 基板のコーティングは酸化珪素であり、そして、マニホールドと基板支持体との間にRFエネルギーを加え、かつ、約1～50トルの範囲内で室内の圧力を、約200～500℃の範囲内で支持体の温度を維持しながら、ガス混合物をマニホールドの中に連通させることによって、テトラエチルオルトシリケートを含むガス混合物から形成されたプラズマによって蒸着されることを特徴とする特許請求の範囲第(31)項に記載の方法。

平成 3. 6. 24 施行

(28) 二酸化珪素の共形層を基板に蒸着させるための方法であって、室内でオゾン、酸素及びテトラエチルオルトシリケートから形成された反応物種に基板を曝すことを含み、室内の圧力はほぼ10～200トルの範囲にあり、基板の温度は200～500℃の範囲にあることを特徴とする方法。

(29) 室内で酸化珪素の上層を基板に形成するための方法であって、

基板に近接した多数の密に間隔を隔てた出口孔を有するマニホールドに近接して、室内で基板を位置決めし、

基板を約200～500℃範囲に、室を約10～200トルの範囲に維持しながら、出口孔を介して反応物の窒素及び酸素を室に連通させるため、オゾン、酸素及びテトラエチルオルトシリケートからなる混合物をマニホールドに加えることを特徴とする方法。

(30) 反応物種を基板にとどめるため、基板から半区方向に遠去かる方向に流れるように、パージ

(33) 40～120トルの室圧力を使用して酸化珪素の上層を形成し、1～12トルの室圧力を使用して酸化珪素の基板のコーティングを形成することを特徴とする特許請求の範囲第(29)項乃至第(32)項のいずれか1つに記載の方法。

(34) 40～120トルの室圧力を使用して酸化珪素の上層を形成し、約1～12トルの室圧力を使用して酸化珪素の基板のコーティングを形成し、基板の温度を、両方の酸化珪素の層の形成の際、約375℃に維持することを特徴とする特許請求の範囲第(29)項乃至第(32)項のいずれか1つの記載の方法。

(35) 酸化珪素を等方性にエッチングする段階は、基体の温度を約100～500℃の範囲内に維持した状態で、室への搬送ガス入口において、 NF_3 、 CF_4 、 C_2F_6 から選定された弗化ガスから形成されたプラズマに酸化珪素を曝すことを含むことを特徴とする特許請求の範囲第(31)項又は第(32)項に記載の方法。

(36) 室内の原位置で基板に形成された誘電層をブ

レーナ化するための方法であって、

第1の段階として、真空室内の支持体に、RF電極であり基板に近接した多数の密接に間隔を隔てたガス出口孔を有するガスマニホールドに隣接して、基板を位置決めすることによって、反応物種に基板を曝して、第1の比較的厚い酸化珪素の共形層を蒸着させ、そして、約1～50トルの室内圧力でマニホールドと基板支持体との間にRFエネルギーを加え且つ基板を約200～500℃まで加熱しながら、テトラエチルオルトシリケートを含むガス混合物をマニホールドに連通させ、

第2の段階として、室圧力を約10～200トルにして基板を約200～500℃まで加熱しながら、オゾン、酸素、テトラエチルオルトシリケートを含む混合物をガス入口マニホールドに加えて、出口孔を介して反応室素と酸素の種を真空室に連通させることによって、第1の酸化珪素の層の上に第2の比較的薄い酸化珪素の層を蒸着させ、

(39) 第1の段階の前に、基板を支持体に位置決めし、テトラエチルオルトシリケート、オゾン、酸素から形成された反応物種を使用して、室圧力を約10～200トルの範囲内に維持し且つ基板を約200～500℃の範囲まで加熱しながら、誘電層に比較的薄い酸化珪素の層を蒸着させ、

第2の段階と第3の段階との間に、室圧力を約1トル～50トルの範囲内に維持し且つ基板を約200～500℃の範囲内まで加熱しながら、テトラエチルオルトシリケート、酸素から形成されたプラズマを使用して、第2の酸化珪素の層の上に、比較的厚い酸化珪素の層を蒸着させる、
ことを特徴とする特許請求の範囲第(36)項に記載の方法。

(40) 不活性ガスを室に連通させることをさらに含むことを特徴とする特許請求の範囲第(29)又は第(36)に記載の方法。

平成 3. 6. 24 発行

第3の段階として、 NF_3 、 CF_4 、 C_2F_6 のような弗化ガスから選定されたガスをガス入口マニホールドに連通させ、かつ、室圧力を約200mt～20トルの範囲内に維持しながらガス入口マニホールドと基板支持体との間にRFエネルギーを加え基板を約200～500℃まで加熱することによって、得られた複合体フィルムを室内に形成されたプラズマに曝すことにより、複合体フィルムを等方性にエッチングする、ことを特徴とする方法。

(37) 基板に反応物種をとどめるため、基板から半径方向に遠去かる方向に流れるようにガス入口マニホールドの周囲から真空室にパージガスを連通させることを特徴とする特許請求の範囲第(36)項に記載の方法。

(38) 基板の周囲で合流して上向き及び下向きに流れように、パージガスを真空室に連通させ、次いで、半径方向外方に移動させて反応蒸着物種を基板にとどめる段階をさらに含むことを特徴とする特許請求の範囲第(36)項に記載の方法。